

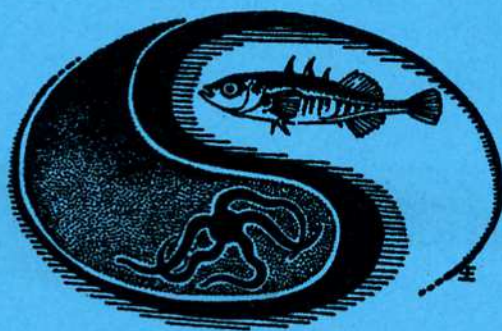
VISIT...

LANZAROTE
Caliente.COM

**ЗООЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК**

И. С. ПЛОТНИКОВ

**МНОГОЛЕТНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ ФАУНЫ
СВОБОДНОЖИВУЩИХ ВОДНЫХ БЕСПОЗВОНОЧНЫХ
АРАЛЬСКОГО МОРЯ**



ЗООЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

И. С. ПЛОТНИКОВ

МНОГОЛЕТНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ ФАУНЫ
СВОБОДНОЖИВУЩИХ ВОДНЫХ БЕСПОЗВОНОЧНЫХ
АРАЛЬСКОГО МОРЯ

САНКТ-ПЕТЕРБУРГ
2016

И.С. Плотников. Многолетние изменения фауны свободноживущих водных беспозвоночных Аральского моря. – СПб., ЗИН РАН, 2016. 168 с.

Монография посвящена фауне свободноживущих беспозвоночных Аральского моря и ее изменениям, которые происходили на протяжении второй половины XX века и в начале XXI века. В книге также освещена история изучения этого соленого континентального водоема и его фауны, дан его физико-географический очерк. Рассматриваются последствия как намеренного, так и случайного вселения человеком прежде отсутствовавших в море видов животных. Подробно обсуждаются изменения в фауне свободноживущих беспозвоночных Аральского моря, связанные с изменением его солености. Сделан прогноз о будущем этой фауны как для Малого Аральского моря, так и для остаточных водоемов Большого Аральского моря.

Книга предназначена для зоологов, гидробиологов и студентов соответствующих специальностей.

Библ. 283 назв. Табл. 2. Илл. 58.

Главный редактор –
директор Зоологического института РАН
член-корр. РАН *О.Н. Пугачев*

Редакционная коллегия:
Н.Б. Ананьева (отв. ред.), *Е.Л. Мархасева* (секретарь), *А.О. Аверьянов*,
Н.В. Аладин, *А.Ф. Алимов*, *Т. А. Асанович*, *А.В. Балушкин*, *В.Я. Бергер*,
С.Д. Гребельный, *М.В. Крылов*, *С.Я. Резник*, *Б.И. Сиренко*, *М.К. Станюкович*,
А.Н. Тихонов, *В.В. Хлебович*, *С.Я. Цалолихин*

Научный редактор *Н.В. Аладин*

Рецензенты: *С.Г. Денисенко*, *А.В. Макрушин*



Льву Александровичу Кузнецову (1934—2015)
посвящается эта книга

От автора

Предлагаемая Вашему вниманию книга – это обобщение и анализ большого массива данных по фауне свободноживущих беспозвоночных Аральского моря, полученных как автором, так и его предшественниками и коллегами. Автор выражает глубокую благодарность всем сотрудникам лаборатории солоноватоводной гидробиологии Зоологического института РАН, всем сотрудникам Аральской рыбохозяйственной лаборатории (г. Аральск, Казахстан) и отдельно ее директору, Зауалхану Кенжегалиевичу Ермаханову. Без их участия и дружеской помощи успешное проведение многочисленных полевых исследований на Аральском море было бы невозможным. Также хочется поблагодарить и тех коллег, кто оказал помощь своими консультациями и ценными советами в процессе работы автора над данной книгой. Автор особо благодарен Льву Александровичу Кузнецову, ушедшему из жизни 7 июня 2015 г. Будучи народным депутатом СССР он оказался в числе тех, благодаря чьей помощи нашей лаборатории удалось выполнить большой объем полевых работ даже в трудные годы конца XX века. Именно он способствовал получению нашей лабораторией первичных материалов от исследователей, работающих на Арале. Светлой памяти Льва Александровича Кузнецова автор посвящает свой скромный научный труд.

Предисловие

Предлагаемая вашему вниманию книга «Многолетние изменения фауны свободноживущих водных беспозвоночных Аральского моря» является результатом многолетних полевых и лабораторных исследований свободноживущих беспозвоночных Аральского моря. Её автор, Игорь Светозарович Плотников, с 1989 г. и по настоящее время работает в лаборатории солоноватоводной гидробиологии Зоологического института РАН. За более чем четверть века своих исследований на Арале он собрал большой объём сведений о фауне свободно живущих беспозвоночных этого водоёма. В этой книге, кроме собственных и литературных данных, автор использует и первичные материалы, полученные от своих коллег как из Казахстана, так и из Узбекистана. Особенно надо отметить полученные автором первичные данные от исследователей из Аральского отделения Казахского Научно-исследовательского института рыбного хозяйства. Эти данные были переданы ему в виде журналов обработки планктонных и бентосных проб, которые коллеги из этого отделения КазНИИРХ собирали во второй половине XX века. На основании этих материалов им были созданы базы данных для планктона и бентоса.

Данная книга имеет следующую структуру: «Введение», 8 глав, «Заключение» и «Список цитированной литературы». В *первой главе* излагается история изучения Аральского моря: сначала рассматриваются знания об Аральском море до экспедиции А.И. Бутакова, после этого подробно оценивается вклад в историю изучения Арала этой экспедиции, исследований Л.С. Берга и А.Л. Бенинга. Завершает эту главу рассказ о современном периоде исследования Арала. Во *второй главе* излагаются сведения о географии и о гидрологии Аральского моря. Это – весьма детализированная глава, в которой за географическими данными следуют подробные данные о температурном режиме, циркуляции вод, прозрачности, газовом режиме, биогенах и грунтах. Продолжает главу информация о водном и солевом балансе, об уровне и солёности до начала регрессии и затем с начала регрессии и до разделения моря. Завершают эту главу сведения о разделении моря на Малый и Большой Арал и о постройке Кокаральской плотины. В *третьей главе* рассматривается фауна свободноживущих беспозвоночных Аральского моря с позиций общей теории осморегуляции водных животных и делается вывод о важной роли солёностных адаптаций и осморегуляторных способностей в процессе приспособления свободно живущих беспозвоночных к меняющейся солёности в данном водоёме. *Четвёртая глава* посвящена аборигенной фауне свободноживущих беспозвоночных Аральского моря. В этой главе обсуждается состав фауны и рассматриваются виды в составе аборигенной фауны. В *пятой главе* рассказывается о вселении человеком новых видов в Аральское море. Сначала даётся информация о первых попытках вселения новых видов, а потом приводятся сведения об обосновании советскими учёными причин столь масштабных интродукций рыб и беспозвоночных в Аральское море. Особое внимание в этой главе уделяется последствиям интродукция рыб, а также подробно рассматриваются последствия вселения беспозвоночных организмов, таких как креветка, мизиды, нереис, двустворчатые моллюски, планктонные ракообразные и краб. В заключении этой главы рассказывается о последних попытках интродукции беспозвоночных организмов в Аральское море. В *шестой главе* подробно обсуждаются изменения в фауне свободноживущих беспозвоночных Аральского моря, связанные с изменением его солёности. Подробно рассказывается о начальном периоде осолонения. При этом автором выделяются первый и второй кризисы, связанные с осолонением. Далее в этой главе рассказывается о второй стабилизации и о снижении солёности Малого Арала после строительства Кокаральской плотины. В конце шестой главы обсуждается третий кризис и рассматриваются виды, вселившиеся в Арал при его осолонении. В *седьмой главе* рассматривается изменение фауны свободноживущих беспозвоночных голоценового Арала по данным палеолимнологического анализа. В заключительной *восьмой главе*

высказываются предположения о будущем фауны свободноживущих беспозвоночных остаточных водоемов Аральского моря. Прогноз дается как для Малого Аральского моря, так и для остаточных водоемов Большого Аральского моря.

Автор посвятил эту книгу Льву Александровичу Кузнецову, который после тяжёлой и продолжительной болезни скончался 7 июня 2015 г. на 81 году жизни. В годы перестройки Лев Александрович был старшим преподавателем кафедры ботаники Ленинградского государственного педагогического института им. А.И. Герцена и председателем секции Всесоюзного ботанического общества г. Ленинграда. 21 марта 1989 г. состоялись выборы народных депутатов СССР от Академии наук СССР. В этих выборах принял участие (от Всесоюзного ботанического общества) и Л.А. Кузнецов, и он большинством голосов был избран народным депутатом СССР от АН СССР. До перестройки Лев Александрович многие годы руководил исследованиями ленинградских учёных на острове Барсакельмес на Аральском море, а в последние годы жизни был заведующим научно-исследовательской лабораторией экологического образования Ленинградского областного института развития образования. Лев Александрович Кузнецов много помогал автору этой книги в его работе, и неудивительно, что книга посвящена этому выдающемуся человеку, столь много сделавшему как для исследований Аральского моря, так и для спасения этого многострадального водоёма. Фотография Льва Александровича, размещённая в этой книге, сделана самим автором. Игорь Светозарович сфотографировал Л.А. Кузнецова на защите диссертации Давыда Давыдовича Пирюлина в Зоологическом институте РАН 17 марта 2004 г.

В заключение хочется отметить, что книга написана хорошим литературным языком и прекрасно иллюстрирована. Не вызывает сомнения, что она найдёт своего читателя среди биологов и людей, интересующихся Аральским морем. Книга будет интересна специалистам, работающим как в фундаментальной, так и в прикладной науке.

*Заведующий лабораторией солоноватоводной гидробиологии
Зоологического института РАН, д.б.н., профессор Н.В. Аладин*

Введение

Аральское море расположено в аридной зоне и является огромным континентальным водоемом – бессточным соленым озером. Это озеро, находящееся на территории Казахстана и Узбекистана, входит в число крупнейших континентальных водоемов планеты. По площади водного зеркала оно было до 1960-х гг. четвертым в мире после Каспия, североамериканских Великих озер и озера Виктория в Африке. Из-за продолжающейся уже три десятилетия регрессии Аральского моря и вызванных ею последствий, катастрофических как для природы региона, так и для населения, этот водоем в последние годы привлекает к себе самое широкое внимание.

Уровень и соленость Аральского моря, как и других водоемов аридной зоны, находятся в тесной зависимости от его водного баланса, который нестабилен и зависит не только от климата, но и от антропогенных факторов. Водный баланс Арала складывается из поступления пресных вод рек Амударьи и Сырдарьи (основной источник), атмосферных осадков, подземного стока и потерь на испарение, которое здесь чрезвычайно велико.

Соленость и уровень Аральского моря изначально определялись местными (локальными) особенностями климата, которые вызывали изменения речного стока. В исторический период влияние деятельности человека на величину стока рек (главным образом через орошение, войны, экономические и политические решения) периодически усиливалось, становясь главной причиной его флуктуаций. Таким образом, неверно думать, что современные экологические проблемы Аральского бассейна являются чем-то новым. Подобное неоднократно здесь случалось и прежде при развитии земледельческих цивилизаций и их угасании.

В период с 1911 г. по 1960 г. Аральское море пребывало в квазистабильном состоянии, и его уровень оставался относительно стабильным. Нынешняя регрессия Аральского моря началась более 50 лет назад, в 1961 г. Ее основной причиной стал экстенсивный рост орошаемых посевных площадей в бассейнах Сырдарьи и Амударьи. Равновесие между приходной и расходной составляющими водного баланса Арала было утрачено вследствие резкого увеличения объема изъятия стока рек Амударьи и Сырдарьи для нужд орошаемого земледелия. Нарушение этого равновесия и привело, начиная с 1961 г., к регрессии и осолонению этого гигантского соленого континентального водоема. Первоначально эти процессы шли относительно медленно, но со следующего десятилетия усыхание и рост солёности ускорились.

Из-за особенностей морфологического строения котловины Аральского моря в нем выделяли меньшую, относительно обособленную, северную часть – Малое Аральское море и более глубокую южную часть – Большое Аральское море, разделенные о. Кокарал. После того как с падением уровня к 1989 г. пересохли соединявшие их проливы, северная часть Арала полностью отделилась от южной, и появились две самостоятельные акватории. Практически весь сток Сырдарьи стал поступать в Малое море, а солёность в нем стабилизировалась и затем стала снижаться, так как суммарное поступление сырдарьинских вод превышает испарение. В Большом море уровень продолжил свое падение, а солёность – свой рост. К настоящему времени на месте Большого моря образовались три остаточных гипергалинных водоема.

Изменения видового состава фауны свободноживущих водных беспозвоночных Аральского моря начались в XX веке еще до начала его современной антропогенной регрессии. Они стали результатом намеренного вселения человеком ряда изначально отсутствовавших в Арале видов беспозвоночных и промысловых рыб в интересах рыбного хозяйства, чтобы таким путем повысить продуктивность моря.

Не все плановые интродукции беспозвоночных и рыб в Аральское море были достаточно обоснованными. Из-за этого часть таких плановых интродукций оказалась в лучшем случае неудачной, а в худшем случае привела к нежелательным и даже очень

серьезным отрицательным последствиям. В нескольких случаях ряд видов рыб и беспозвоночных попал в Арал попутно, как «примесь» к плановым вселенцам. Практически все эти случайные вселенцы, натурализовавшись, оказали негативное влияние на фауну Аральского моря.

Нам предоставлена возможность наблюдать уникальный процесс исчезновения на наших глазах гигантского водоема – Аральского моря. Изучение этого процесса, несомненно, имеет большой научный и практический интерес. Человек непреднамеренно поставил еще невиданный по своему масштабу длительный эксперимент над этим гигантским водоемом и прилегающим к нему регионом. Арал можно рассматривать как огромную природную лабораторию. В такой «лаборатории» возможно изучение всего комплекса негативных последствий непродуманного вмешательства человека в естественный режим крупного континентального водоема, которое привело к его быстрой регрессии, интенсивному осолонению вод и деградации биоты.

Глава 1.

ИСТОРИЯ ИЗУЧЕНИЯ АРАЛЬСКОГО МОРЯ

На протяжении многих веков такой огромный континентальный соленый водоем, как Аральское море, оставался совершенно неизученным. Знания античных авторов о географии Средней Азии были поверхностными и крайне неточными. Несомненно, они знали о существовании рек Амударья (Окс) и Сырдарья (Яксарт). На карте Клавдия Птолемея (II век н. э.) обе эти реки показаны впадающими в Каспийское море. Насколько же правомерно интерпретировать Оксийское озеро как Арал, единого мнения нет (Бартольд, 2002; Берг, 1908; Oren et al., 2010).

В древних китайских источниках упоминается какое-то озеро, которое, возможно, и есть Арал. Нечеткое свидетельство о некоем большом озере также содержится и в одном византийском документе (Берг, 1908).

1.1. Знания об Аральском море до экспедиции Бутакова

Документы и карты, дающие соответствующее реальности представление об Аральском море и впадающих в него реках, появляются только после завоевания Хорезма арабами в начале VIII века. Посетившие в XIII веке Среднюю Азию европейцы ничего не сообщили о лежащем в стороне от караванных путей Аральском море. Побывавший в Хорезме в 1558 г. англичанин Э. Дженкинсон, хотя сам не видел Арал, опубликовал малодостоверные отчет и карту. Изображенное на этой карте большое озеро, по-видимому, соответствует Аральскому морю. Издание в XVII веке переводов трудов арабских географов с верными сведениями о Каспии, Арале, Амударье и Сырдарье слабо повлияло на европейскую науку (Бартольд, 2002; Берг, 1908).

Во второй половине XVI века в России началось составление карты государства («Большой чертеж»), по которой в 1627 г. была написана книга, где упоминалось Аральское море. В 1701 г. был издан составленный С. Ремезовым «Атлас Сибири», содержащий изображение Арала и впадающих в него рек. В 1715 и 1717 гг. в Хиву были направлены 2 экспедиции под руководством А. Бековича-Черкасского. Хотя вторая экспедиция погибла, уцелевшие ее участники доставили новые сведения об Аральском море, на основе которых и «Атласа Сибири» в 1722 г. была составлена новая карта. В 1720–1730-х годах разные авторы, в том числе и на Западе, создали еще несколько карт. В 1727–1730 гг. В. Ватацы по пути в Хиву прошел по берегу Арала. Он отметил, что вода в Арале соленая, и подтвердил, что реки Амударья и Сырдарья впадают в Арал, а не в Каспий, и что нет стока из Арала в Каспий. На его карте названия Арала и рек уже соответствуют современным. Первые сведения о топографии Аральского моря в 1731 г. собрал М. Тевкелев. В 1734 г. И. Кириллов составил новую карту России с намного более точным изображением Арала. В 1740–1741 гг. Д. Гладышев и И. Муравин провели маршрутные съемки восточных берегов Арала и составили карту. Эти материалы использовал и англичанин Дж. Ханвей (J. Hanway) (Берг, 1908). Таким образом, то, что Западная Европа могла бы узнать от арабов еще 800 лет назад, она узнала в XVIII веке от русских (Бартольд, 2002).

Самые первые сведения о фауне Аральского моря относятся к середине XVIII века. П. Рычков (1762 г.) в своей книге «Оренбургская топография» отметил, что в Арале обитают такие же рыбы, как и в Каспии (Берг, 1908).

Но даже как географический объект Аральское море оставалось почти неисследованным вплоть до XIX века, когда началось постепенное накопление научных знаний об этом водоеме. Первое геологическое описание Приаралья составили гвардейский капитан Е.К. Мейндорф, натуралисты Э. Эверсман, Х. Пандер и др., путешествовавшие в 1820 г. в составе направлявшегося в Хиву посольства. По-видимому,

эта экспедиция и доставила в Россию экземпляр шипа *Acipenser nudiiventris*, по которому Ловецкий описал этот вид осетровых рыб. В 1824 г. экспедиция полковника Ф.Ф. Берга провела топографическую съемку западного берега Аральского моря, а в 1826 г. Б.Ф. Лемм выполнил там первые астрономические определения географических координат. В 1828 г. А.И. Левшин нанес на карту о. Барсакельмес. В 1841 г. была проведена топографическая съемка северо-восточного берега моря. А. Леман на берегу Арала собрал раковины моллюсков *Cerastoderma* и *Dreissena*. В 1842–1843 гг. Ф. Базинер описал восточный обрыв плато Устюрт и собрал там геологические и палеонтологические материалы. На берегу моря он нашел раковины моллюсков *Cerastoderma* и *Hypanis*. В 1845 г. вышла в свет карта Н. Ханыкова, на которой северные берега Аральского моря были нанесены уже в соответствии с данными топографических съемок. В 1847 г. А. Нёшель впервые измерил соленость воды Арала (Берг, 1908).

Тем не менее, Арал оставался крайне слабо изученным во всех отношениях водоемом. Даже на карты он был нанесен очень приблизительно. Отсутствие на Аральском море каких-либо судов делало невозможным проведение гидрографических и гидрологических исследований. Знания о геологии, флоре и фауне Арала были крайне скудными и фрагментарными. Из фауны беспозвоночных было известно лишь несколько видов моллюсков, и то только по раковинам, собранным на берегу (Хусаинова, 1961).

1.2. Экспедиция А.И. Бутакова

Полноценное изучение Аральского моря и Приаралья стало возможным и началось только с их присоединением к Российской империи в середине XIX века. В 1847 г. на Арал доставили из Оренбурга в разобранном виде (и затем собрали на месте) суда «Николай I» и «Михаил», после чего в 1847–1848 гг. были проведены первые съемки района моря, прилегающего к устью Сырдарьи.

В 1848 г. начала свою работу первая комплексная военно-морская экспедиция, перед которой была поставлена задача описания всего Аральского моря. Ее возглавил лейтенант А.И. Бутаков, под наблюдением которого (также в Оренбурге) была построена шхуна «Константин» и в разобранном виде доставлена на Арал, где ее собрали заново. Эта экспедиция работала на протяжении двух сезонов и завершилась к концу августа 1849 г. За это время была проведена общая рекогносцировка моря, сделан промер глубин, выполнено описание берегов, произведена полная съемка о. Барсакельмес. Экспедиция открыла и изучила группу до этого неизвестных, так называемых Царских островов (ныне – острова Возрождения, Лазарева и др.). Кроме этого, проводились астрономические определения, метеорологические наблюдения и была описана ледовая обстановка (Берг, 1908).

По материалам съемок и промеров, выполненных экспедицией А.И. Бутакова, была составлена и в 1850 г. издана Гидрографическим департаментом Морского министерства первая и достоверная морская карта Аральского моря. Описание Арала составил участвовавший в этой экспедиции штабс-капитан А.И. Макшеев. Попутно экспедиция собрала некоторые сведения о промысловых рыбах Арала и установила ошибочность мнения П.С. Палласа о наличии в Арале тюленей. Также были собраны геологические коллекции, образцы полезных ископаемых и биологические коллекции водорослей и моллюсков, которые в дальнейшем обработал Э. Эйхвальд (Берг, 1908).

1.3. От экспедиции А.И. Бутакова и до исследований Л.С. Берга

Во второй половине XIX века научные знания об Аральском море, в том числе о его флоре и фауне, начали быстро пополняться. Теперь на Арале проводили не только географические исследования, геодезические и топографические изыскания: этот водоем становится объектом геологических, палеонтологических, зоологических и ботанических

исследований. В 1857 г. здесь работали Н.А. Северцов и И.Г. Борщов, собравшие палеонтологические материалы и коллекцию водорослей. В 1858–1859 гг. Н.А. Северцов обнаружил, что за прошедшее после экспедиции А.И. Бутакова десятилетие уровень моря понизился. Проводивший в 1868 г. на Арале исследования А.П. Федченко нашел в заливе Большой Сарычеганак бокоплавов, моллюсков, паразитического рачка и пиявку. По этим сборам В.Н. Ульянин в 1875 г. описал новый вид бокоплавов *Dikerogammarus aralensis*. В 1871 г. Н. Тейх впервые выполнил химический анализ воды из Арала. В 1873–1874 гг. аналогичные анализы были сделаны и другими исследователями (Берг, 1908).

В 1874 г. на Аральском море работала экспедиция Императорского русского географического общества и Санкт-Петербургского Общества естествоиспытателей. Участвовавшей в ней зоолог В.Д. Аленицын собрал коллекции флоры и фауны из различных биотопов. Кроме моллюсков, эти материалы включали ракообразных, личинок хирономид и несколько видов рыб. В 1874 г. Н.А. Северцов еще раз посетил Арал и прошел по его восточному берегу. Им было установлено, что уровень моря все еще продолжал понижаться. Кроме этого, он первым обнаружил признаки непостоянства уровня Аральского моря в прошлом. Коллекции рыб из Аральского моря обработал К.В. Кесслер, выявив 18 видов. О.А. Гримм в 1881 г. опубликовал заметку об истории Арала, основываясь на составе его фауны. Обобщив накопившиеся к тому времени сведения о видовом составе фауны беспозвоночных Аральского моря, он указал для нее 7 видов моллюсков (из них 5 видов – по находкам живых экземпляров и 2 вида – по мертвым раковинам), 2 вида бокоплавов (один из них был выделен им ошибочно) и личинок хирономид. Н.И. Андрусов изучил ранее собранных В.Д. Аленицыным моллюсков рода *Dreissena* и в 1897 г. описал подвиды *D. polymorpha obtusecarinata* и *D. polymorpha aralensis*, а также новый вид *D. pallasii* (Берг, 1908).

В результате этих исследований в составе фауны Арала к концу XIX столетия стало известно уже около 30 видов животных организмов, главным образом рыб и моллюсков (Яблонская, 1974). При этом необходимо отметить, что планктонные беспозвоночные все еще оставались практически неизученными.

1.4. Экспедиция Л.С. Берга

Первое комплексное описание Аральского моря связано с именем Л.С. Берга. Впервые он посетил Арал в 1899 г. с целью изучения фауны рыб этого водоема и рыболовства на нем. Тогда он обнаружил, что происходившее на протяжении 2-й половины XIX века падение уровня моря уже сменилось его подъемом. В следующем 1900 г. решением Туркестанского отдела Императорского Русского географического общества Л.С. Бергу было поручено выполнить в течение 1900–1902 гг. комплексное исследование Аральского моря в рамках программы изучения озер Туркестана. Сначала на парусной лодке, а затем и на яхте он обошел все море. В 1906 г. он повторно посетил север Арала, пополнив ранее собранные им материалы (Берг, 1908).

На гидрологических станциях Л.С. Берг измерял глубину, прозрачность, цвет, температуру и удельный вес воды, а также собирал планктон. В течение трех сезонов он вел метеорологические наблюдения и собирал геологические, ботанические и зоологические коллекции. Выполненные Л.С. Бергом измерения уровня Аральского моря показали, что с 1897 г. он за непродолжительное время повысился на 1,2 м (Берг, 1908). Одним из результатов работы экспедиции стал большой объем новых данных по географии, гидрологии и гидрохимии Арала.

К обработке собранных Л.С. Бергом ботанических и зоологических коллекций были привлечены С.А. Зернов, В.И. Мейснер, Р.К. Минкевич, К. Остенфельд (С.Н. Ostenfeld), А.А. Остроумов и другие специалисты (Берг, 1908). По результатам этих исследований вышел в свет целый ряд отдельных публикаций (Зернов, 1903; Минкевич, 1903; Мейснер, 1908; Ostenfeld, 1908; Остроумов, 1907). В результате появился первый

список представителей фауны Арала, в который вошел 71 вид многоклеточных животных, включавший рыб, донных беспозвоночных и виды зоопланктона, остававшегося до этого времени совершенно неисследованным.

Из организмов макрозообентоса были указаны 7 видов моллюсков, 4 вида насекомых и 1 вид бокоплавов, а также приведены данные по их распространению. Для зоопланктона собственно Аральского моря были указаны 11 форм коловраток, 7 видов ветвистоусых, 11 видов веслоногих ракообразных и 2 вида инфузорий. Помимо этих групп беспозвоночных, в планктоне были найдены свободноживущие личинки паразитирующих на жабрах рыб копепод *Ergasilus* sp. Отмечалась также высокая численность в зоопланктоне личинок двустворчатых моллюсков рода *Dreissena* (Зернов, 1903; Минкевич, 1903; Мейснер, 1908; Ostenfeld, 1908). При описании зоопланктона С.А. Зернов (1903) уделит внимание зависимости его состава от солености воды в разных районах моря. А.А. Остроумов (1907) дополнил список обитающих в Арале моллюсков, добавив к нему *Dreissena caspia* и описанный им новый вид *Hypanis minima* (= *Adacna minima*). Л.С. Берг описал аральского лосося *Salmo trutta aralensis*, а С.А. Зернов – новый вид коловраток *Hexarthra oxyuris* (= *Pedalion oxyuris*) (Берг, 1908).

Впервые для Аральского моря были получены сведения по сезонной динамике, вертикальному распределению и суточной динамике планктонных организмов. Было положено начало изучению горизонтального распространения донной фауны и отдельных ее представителей, а также их распределения по глубинам и грунтам. При изучении ихтиофауны были собраны первые сведения по биологии и распространению обитающих в Арале рыб. В своей монографии Л.С. Берг уделит внимание и вопросу о происхождении фауны Аральского моря (Берг, 1908).

Весь массив существовавших на то время знаний об Аральском море и все новые сведения, полученные в результате этой экспедиции, Л.С. Берг обобщил в своем фундаментальном труде «Аральское море. Опыт физико-географической монографии», вышедшем в свет в 1908 г.

1.5. Исследования после Л.С. Берга и до А.Л. Бенинга

После продолжительного перерыва исследования фауны Аральского моря возобновились только в 1920-е годы, когда в 1920–1921 гг. была организована Аральская научно-промысловая экспедиция.

Летом 1920 г. на Арале работал В.Н. Беклемишев, изучавший в заливе Большой Сарычеганак донную фауну и обрастания. В зообентосе он обнаружил, помимо жуков-плавунцов, личинок стрекоз и ручейников, еще целый ряд видов водных беспозвоночных, относящихся к группам, до этого не указывавшихся для Аральского моря. В их числе были 12 форм ресничных червей, из которых 10 были описаны как новые виды, 3 вида нематод и 3 вида олигохет. В обрастаниях была найдена мшанка *Bowerbankia*. В.Н. Беклемишев также затронул проблему генезиса фауны Аральского моря (Беклемишев, 1922, 1923).

В 1925 г. на Арале вновь работала экспедиция под руководством Л.С. Берга. В 1926–1930 гг. была проведена новая серия исследовательских работ, в том числе экспедицией В.И. Мейснера.

Собранные на Арале в 1920–1921 гг. коллекции моллюсков были обработаны С.А. Сидоровым (1929), обнаружившим в этих сборах 37 видов, включая пресноводные виды, которые встречались только в наиболее опресненных районах моря. Фауна *Soropoda* изучалась Е.В. Боруцким (Borutzky, 1927). И.Н. Филиппев (Filipjev, 1927) исследовал фауну аральских *Nematoda* (Яблонская, 1974).

В 1920–1921 гг. Г.С. Карзинкин (1924), изучавший зоопланктон ряда опресненных акваторий в юго-западном углу моря, и М.А. Виркетис (1927), обработавшая материалы, собранные Л.С. Бергом в 1925 г., существенно дополнили знания о фауне Арала. Они

исследовали как зоопланктон полностью опресненных участков в устье Амударьи, так и зоопланктон открытых районов и заливов, не испытывающих опреснения речным стоком.

Общим для всех исследований фауны беспозвоночных Аральского моря, проводившихся до середины 1920-х годов (Зернов, 1903; Мейснер, 1908; Берг, 1908; Беклемишев, 1922, 1923; Карзинкин, 1924; Виркетис, 1927), был качественный характер. Если и использовались количественные характеристики, то только оценочные.

К этому времени состав ихтиофауны Аральского моря (Берг, 1908) уже был известен. В 1920-е годы были выполнены исследования отдельных видов рыб, включая изучение их биологии, питания, роста, миграций и т.д.

Для рационального ведения быстро развивавшегося рыбного хозяйства требовалось точное знание не только видового состава биоты водоема, но и ее количественных параметров, межгодовой и сезонной динамики. Для проведения таких исследований на Аральском море была в 1929 г. основана Аральская рыбохозяйственная станция.

1.6. Исследования под руководством А.Л. Бенинга

Новый этап в изучении Аральского моря и его фауны начался в 1930-х годах, когда под руководством А.Л. Бенинга были проведены широкомасштабные комплексные исследования. В 1932 и 1933 гг. впервые была проведена гидрологическая и гидробиологическая съемка всей акватории моря, позволившая существенно расширить список видов беспозвоночных фауны Арала (Бенинг, 1934, 1935).

При проведении исследований планктона, бентоса, а также при ихтиологических исследованиях стали широко применять количественные методы. Впервые для Аральского моря была определена численность планктонных и донных гидробионтов. Тогда же были получены первые данные по сезонной динамике зоопланктона, вертикальному распределению и суточным миграциям планктонных организмов (Бенинг, 1934, 1935).

Впервые был исследован газовый режим Аральского моря. Было установлено, как правило, высокое (близкое к 100% насыщения) содержание растворенного кислорода, которое часто, особенно на глубине, даже превышало нормальную насыщенность. Это явление А.Л. Бенинг (1934, 1935) связал с высокой прозрачностью вод моря и обилием зарослей водных растений (харовые и зеленые водоросли) на его дне, интенсивно выделявших кислород.

Исследования, проводившиеся в 1930-е годы, позволили собрать большой объем новых сведений как по гидрологии и гидрохимии Арала, так и по всей его фауне.

1.7. Современный период

Исследовательские работы на Аральском море прервала война, и они возобновились только в 1946 г. С этого времени началось регулярное проведение съемок с использованием исследовательских судов на предложенной ВНИРО обширной стандартной сетке, состоящей из более чем 110 станций. Благодаря этому был получен большой объем многолетних количественных данных по зоопланктону и зообентосу Арала. Эти материалы содержат подробные сведения о пространственном распределении, сезонной и годовой динамике как фауны водных беспозвоночных в целом, так и отдельных видов (Деньгина, 1959а, 1959б; Луконина, 1960а, 1960б; Хусаинова, 1951, 1954, 1958, 1960; Яблонская, 1960а, 1960б, 1961; Яблонская, Луконина, 1962; Дарибаев, 1966).

Большое значение для изучения влияния повышенных соленостей на фауну беспозвоночных Аральского моря имели исследования мелководных осолоненных заливов (так называемых *култуков*) восточного побережья и акватории Акпеткинского (Карабайли) архипелага. Эти районы представляли собой своеобразные биотопы,

отличавшиеся затрудненным водообменом с открытым морем и сильным испарением. По этой причине соленость здесь была выше, чем в открытом море, создавался ее градиент до 40–50‰ в глубине этих акваторий. Хотя фауну этих вод составляли в основном обитатели открытой части Арала, состав руководящих форм бентоса и планктона этих заливов заметно отличался от такового в других районах моря. Для основной массы аральских видов повышенная соленость воды култуков была неблагоприятной (Хусаинова, 1958, 1960; Деньгина, 1959а; Андреев, Андреева, 1990а).

Эти районы Аральского моря сыграли роль «природной лаборатории» для изучения отношения его обитателей к фактору солености водной среды, что позволило еще до начала антропогенной регрессии и вызванного ею осолонения Арала сделать первый прогноз закономерностей изменений в его фауне по мере роста солености, во многом подтвердившийся дальнейшими событиями.

В 1960-е годы были выполнены специальные фаунистические исследования, что принесло много новых данных по видовому составу фауны беспозвоночных Арала. В результате этого существующие списки существенно расширились, в первую очередь за счет простейших, коловраток, остракод и хирономид. При этом были пересмотрены многие прежние определения обитавших в Арале видов беспозвоночных. Результаты этих работ были отражены в «Атласе беспозвоночных Аральского моря», изданном в 1974 г.

В 1975–1994 гг., когда фауна Аральского моря претерпевала серьезные изменения, вызванные осолонением, большой объем исследований был выполнен Н.И. Андреевым и С.И. Андреевой (Андреев, 1989; Андреев, Андреева, 1988, 1990а, 1990б; Андреева, 1989; Андреева, Андреев, 1987). В конце 1970-х гг. Н.В. Аладиным было начато изучение фауны ракообразных и соленостных адаптаций аральских гидробионтов.

С 1980-х годов условия для проведения исследовательских работ на Арале существенно ухудшаются. Из-за значительного падения уровня моря и отступления береговой линии стало невозможным функционирование портов в Аральске и Муйнаке. На Малом (северном) Арале судоходство прекращается. На Большом (южном) Арале оно частично сохранялось до середины 1990-х годов, пока действовал причал в заливе Тщebas, обеспечивавший сообщение с о. Возрождения и работу судна гидрометеорологической службы. Становится невозможным дальнейшее продолжение съемок по стандартной сетке станций. На Малом море проведение регулярных исследований оставалось возможным только с использованием лодок вместо исследовательских судов. На Большом Арале сколько-нибудь регулярные исследовательские работы прекратились.

Другой причиной, затрудняющей проведение работ на акватории моря, стала все расширявшаяся полоса обнажившегося дна. К этому времени участки с песчаными грунтами уже оказались в верхней зоне полосы осушки, и водоем практически по всему периметру окружали обнажившиеся илистые грунты с топкой полосой вдоль уреза воды. Это, по большей части, сильно затрудняет или даже делает практически невозможным доступ к воде с берега, кроме ограниченного числа участков побережья. Ситуацию осложняют и обширные мелководья с топким илистым дном. В результате возможности мониторинга состояния и происходивших изменений биоты Аральского моря и получения новых данных, существенно уменьшились.

В 1990-е–2000-е годы на Арале работали сотрудники лаборатории солоноватоводной гидробиологии ЗИН РАН, продолжившие и расширившие под руководством Н.В. Аладина начатые им исследования. В ходе полевых работ производили сбор зообентоса и зоопланктона, включая протозоопланктон, с использованием стандартных методик, кроме этого собирали и материал из танатоценозов. Также были выполнены исследования фитопланктона, высшей водной растительности и первичной продукции. В 1990–1996 гг. экспедиции и полевые выезды проводили ежегодно, 1–2 раза в году. После перерыва полевые исследования были возобновлены в 2002 г., но уже не были регулярными.

Для последующего анализа предоставленных Аральским филиалом КазНИИРХ сохранившихся первичных материалов обработки проб зоопланктона за 1969–1981 гг. (1665 проб) и зообентоса за 1963–1977 гг. (1320 проб), собиравшихся этой организацией на стандартной сетке станций, эти данные были введены автором в электронную базу (большая часть данных по зообентосу была введена А.А. Филипповым). Для работы с этой базой использовалось специально разработанное автором оригинальное программное обеспечение, позволяющее производить компьютерный анализ содержащихся в ней данных и быстро получать необходимую обобщенную информацию.

В этот же период исследования на Аральском море вели ученые из Казахстана (КазНИИРХ, Казахский государственный университет, Институт зоологии АН Казахстана) и Узбекистана. С 2003 г. к исследованиям на Большом Арале подключился Институт океанологии РАН, сотрудниками которого, помимо большого объема данных по гидрографии и гидрологии, были собраны новые материалы по его фауне (Стуге, 2002; Завьялов и др., 2006, 2012; Mirabdullayev et al., 2004, 2007; Zavialov et al., 2009; Mokievsky, 2009; Arashkevich et al., 2009; Mokievsky, Miliutina, 2011).

Глава 2.

ГЕОГРАФИЯ И ГИДРОЛОГИЯ АРАЛЬСКОГО МОРЯ

2.1. География Арала

Аральское море (рис. 2.1) – второй по величине после Каспия бессточный соленый водоем. Оно расположено в пустынной зоне Средней Азии – в Туранской низменности у восточной кромки плато Устюрт, на территории Казахстана и Узбекистана. В Арал впадают только две реки – Сырдарья на северо-востоке и Амударья на юге. Площадь бассейна Аральского моря составляет около 1.5 млн. км². До начала современной регрессии Аральское море по площади своего водного зеркала было четвертым в мире континентальным водоемом, уступая только Каспийскому морю, Великим Американским озерам и оз. Виктория. До 1960 г. уровень Арала держался на отметке +53.4 м абс., его площадь достигала 67499 км² при объеме 1089 км³ (см. табл.) и средней глубине 16.1 м (Бортник, Чистяева, 1990).

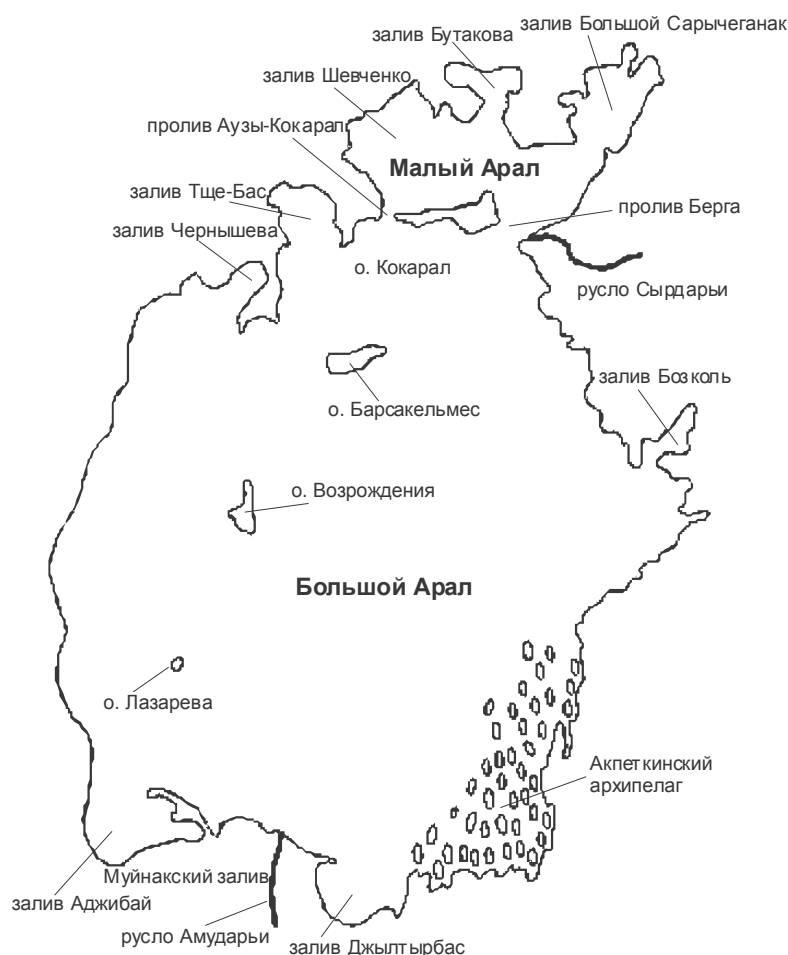


Рис. 2.1. Аральское море до 1960-х гг.

Впадина, которую заполняют воды Арала, включает в себя целый ряд меньших, разного размера и глубины котловин. В первую очередь выделяют две относительно обособленные главные части: меньшую северную – Малое море или Малый Арал, и большую южную – Большое море или Большой Арал. Их разделяет тянущийся в широтном направлении узкий и длинный о. Кокарал. В единый водоем эти части моря связывали 2 пролива: на западе – узкий и мелководный (глубина до 2 м) пролив Аузы-

Кокарал, а на востоке – широкий (до 15 км) и глубокий (до 13 м) пролив Берга (см. рис. 2.1). В свою очередь, котловины Большого и Малого морей включают в себя несколько меньших. При такой морфологической структуре занимаемой Аральским морем впадины (Бортник, Чистяева, 1990), снижение его уровня неизбежно ведет к естественному поэтапному превращению единого водоема в группу остаточных водоемов, многие из которых в дальнейшем могут полностью высохнуть.

Гидрологические и соленостные характеристики Аральского моря
(по: Micklin, 2014 с изменениями и добавлениями)

Год, часть Аральского моря	Уровень, м абс.	Площадь, км ²	% от площади 1960 г.	Объем, км ³	% от объема 1960 г.	Средняя глубина, м	Средняя соленость, ‰	% от солености 1960 г.
1960 (весь Арал)	53.4	67499	100	1089	100	16.1	10	100
Большое море	53.4	61381	100	1007	100	16.4	10	100
Малое море	53.4	6118	100	82	100	13.4	10	100
1971 (весь Арал)	51.1	60200	89	925	85	15.4	12	120
1976 (весь Арал)	48.3	55700	83	763	70	13.7	14	140
1989 (весь Арал)		39734	59	364	33	9.2		
Большое море	39.1	36930	60	341	34	9.2	30	300
Малое море	40.2	2804	46	23	28	8.2	30	300
2009 (весь Арал)		7146	10.6	83	7.7	10.8		
Западное	27	3588	17	56		15.1	>100	>1000
Большое море								
Восточное	27	516		0.64	5.7	0.7	>150?	>1500
Большое море								
Зал. Тщebas	28	292		0.51		1.4	85	850
Малое море	41.5	2750	45	27	33	9.8	10	10
2013 (весь Арал)		7648	11.3	83	7.7	8.1		
Западное	26.5	3279		54		13.5	>100	>1000
Большое море								
Восточное	26.2	770		3.0	5.6	1.3	>150?	>1500
Большое море								
Зал. Тщebas	28.5	372		0.72		1.4	84	840
Малое море	42	3227	52.7	27.5	33.5	8.5	8–10	80–100

При уровне +53.4 м абс. площадь Малого моря составляла 6118 км², объем – 82 км³, при средней глубине 13.5 м (см. табл.), максимальная глубина достигала 29.5 м. В Малом Арале, кроме его основной акватории, выделялись три больших залива, занимавшие свои котловины – Шевченко, Бутакова, Большой Сары-Чеганак, и еще несколько небольших заливов, к настоящему времени полностью высохших (см. рис. 2.1). Площадь Большого Арала при этом уровне составляла 61381 км², объем – 1007 км³, средняя глубина – 16.5 м (см. табл.). Таким образом, Большой Арал превосходил Малый Арал (и по площади, и по объему) примерно в 10 раз. Большое Аральское море подразделялось тянущейся в меридиональном направлении подводной грядой на глубоководную желобообразную западную часть (максимальная глубина – 69 м), обширный восточный бассейн (максимальная глубина – 28 м) с пологими восточными и юго-восточными склонами. В северо-западном углу расположен занимающий свою котловину залив Тщebas (максимальная глубина – 28 м). К наиболее крупным заливам Большого Аральского моря также относятся залив Чернышева и (к настоящему времени полностью высохшие) заливы Аджибай, Муйнакский, Рыбацкий и Джилтырбас (Бортник, Чистяева, 1990).

Кроме о. Кокарал, на Аральском море существовали и другие острова (см. рис. 2.1). Самыми крупными из них были о. Барсакельмес и возвышавшиеся над подводной грядой Большого Арала острова Возрождения, Комсомольский и Лазарева. Всего же на Арале насчитывалось более 1100 островов. Самое большое скопление небольших, и даже совсем мелких островов, отделенных друг от друга мелководными проливами, находилось на

юго-востоке Большого моря (архипелаг Акпеткинский или Карабайли, включавший свыше 600 островов) и вдоль его восточного берега (Бортник, Чистяева, 1990).

Берега Аральского моря имеют разнообразный рельеф. Северный берег – в основном высокий и обрывистый. По западному берегу тянется высокий (до 190 м) и обрывистый край плато Устюрт. Южный берег Арала низкий, образованный наносами Амударьи. До современной регрессии моря для него была характерна значительная изрезанность и неустойчивость береговой линии. Восточный берег тоже низкий, и до отступления моря он был песчаным и сильно изрезанным, изобилуя заливами, култуками и низкими песчаными островами. С падением уровня Большого Арала мелководные районы обсохли, южный и восточный берега очень сильно отступили и выровнялись (Бортник, Чистяева, 1990).

Климатические условия Аральского моря определяют его внутриконтинентальное положение в аридной зоне и большое количество поступающей солнечной радиации. Основная черта климата – его резкая континентальность с жарким сухим летом и относительно холодной зимой, большими внутригодовыми колебаниями температуры воздуха, незначительной облачностью и малым количеством осадков. Среднегодовая температура воздуха изменяется по широте, убывая с юга на север. Средняя температура января на севере -12°C и -6°C на юге. Летние температуры, напротив, выровнены. Средняя температура июля – 26°C . Количество атмосферных осадков небольшое – 90–120 мм за год, их максимум приходится на весну (март–апрель) и осень (октябрь–ноябрь) (Бортник, Чистяева, 1990).

2.2. Гидрология

2.2.1. Температурный режим

Температурный режим Аральского моря определяется прежде всего географическим положением, климатом региона и морфометрией бассейна. В прибрежье размах колебаний температуры воды больше, чем в открытом море. В открытом море сезонные изменения температуры воды более медленные и сглаженные. В прошлом среднегодовая температура воды была от $+10.2^{\circ}\text{C}$ на севере и до $+11.6^{\circ}\text{C}$ на юге. Абсолютные минимумы почти везде соответствуют температуре замерзания. С обмелением и осолонением моря они понизились. Летом Аральское море интенсивно прогревается. Температура поверхности воды варьировала от $+22-23^{\circ}\text{C}$ на севере до $+24-25^{\circ}\text{C}$ на юге. Максимальная температура воды – $+27-29^{\circ}\text{C}$ (абсолютный максимум – $+35-37^{\circ}\text{C}$). Значительный прогрев поверхностных слоев воды приводит к увеличению вертикальных градиентов температуры и формированию термоклина, но в мелководных районах имеет место гомотермия. Осенью ветровое и конвективное перемешивание вод усиливаются, и температура с глубиной выравнивается. К концу зимы практически по всему морю наблюдается гомотермия (Бортник, Чистяева, 1990).

Значительное сокращение площади моря привело к увеличению горизонтальных градиентов температуры. Обмеление и более интенсивный прогрев поверхностного слоя способствовали увеличению и вертикальных температурных градиентов. Вследствие понижения температуры замерзания воды при росте ее солености и уменьшения теплозапаса из-за обмеления моря увеличилась амплитуда внутригодовых колебаний температуры его вод, температурный режим стал более контрастным (Бортник, Чистяева, 1990).

2.2.2. Циркуляция вод

Основные факторы, формирующие циркуляцию вод Аральского моря, – это ветер и рельеф дна. Направление поверхностных течений определяет направление ветра. При

северных, восточных, северо-восточных и северо-западных ветрах наблюдается антициклонический (по часовой стрелке) круговорот вод, а при южных, западных, юго-западных и юго-восточных ветрах – циклонический (против часовой стрелки). Антициклоническая циркуляция вод преобладает над циклонической. Сток рек оказывает влияние на циркуляцию вод только при значительных расходах и слабых ветрах, его воздействие ограничено только районами около речных устьев (Бортник, Чистяева, 1990).

2.2.3. Прозрачность

Прозрачность вод Аральского моря характеризуется значительной пространственно-временной изменчивостью (Бортник, Чистяева, 1990). Прозрачность воды убывает от глубоководных районов в сторону мелководий. При смешении речной воды и соленой приносимая реками взвесь очень быстро коагулирует и оседает на дно моря вблизи речных устьев. Другой причиной очень высокой прозрачности вод моря является относительно слабое развитие фитопланктона. Средняя прозрачность вод увеличивается от весны к лету, а к осени она снижается из-за усиления штормовой деятельности, ведущей к накоплению взвешенных частиц в водной толще. В результате значительного обмеления моря амплитуда таких сезонных колебаний прозрачности воды уменьшилась по всей его акватории (Бортник, Чистяева, 1990).

2.2.4. Газовый режим

До начала 1960-х годов, в условиях квазистабильного состояния Аральского моря, его газовый режим имел ряд специфических особенностей. Во-первых, в течение всего года (за исключением мелководных дельтовых районов, култуков и заливов восточного побережья) вся водная толща открытого моря характеризовалась высоким насыщением кислородом – примерно 6.7–7.7 мл/л. Во-вторых, имело место значительное перенасыщение кислородом придонных слоев воды. Эти особенности в первую очередь были связаны с высокой прозрачностью вод моря, его малыми глубинами (что создавало благоприятные условия для развития донной растительности), относительной бедностью пелагиали организмами и органическими веществами. Все это обуславливало ограниченный расход растворенного кислорода на окислительные процессы, связанные с деструкцией органического вещества. Высокое содержание кислорода в глубоководном районе моря было результатом обогащения глубинных вод кислородом во время осенне-зимнего конвективного перемешивания (Бортник, Чистяева, 1990).

В настоящее время насыщение воды Малого Арала по-прежнему остается высоким – в среднем 8.5 мг/дм³ (Отчет ..., 2013). Газовый режим Большого Арала к настоящему времени изменился очень существенно. Кислородосодержащий слой ограничен глубинами до 15 м. Ниже содержание растворенного кислорода быстро снижается, и глубже 20 м он уже отсутствует, и вода насыщается сероводородом (Завьялов и др., 2012).

2.2.5. Биогенные элементы

Основным источником поступления биогенных элементов в Аральское море является речной сток, однако воды Амударьи и Сырдарьи из-за их ледникового происхождения несут мало питательных солей, органических частиц и коллоидов. Высокая прозрачность моря (вследствие оседания неорганических взвесей у речных дельт) благоприятствует развитию донной растительности. Эта растительность была потребителем основной массы биогенов, из-за чего на долю фитопланктона оставалось сравнительно небольшое их количество при обилии кремнекислоты и солей кальция. Обедненность вод Арала биогенными элементами, замедленный темп и не вполне

благоприятные пути их использования приводят к пониженной кормности этого водоема (Карпевич, 1960а; Яблонская, 1960б).

2.2.6. Грунты

Современная гидрология также рассматривает и грунты, т.к. они взаимодействуют с водными массами водоема. В Арале преобладают мягкие грунты. До отступления моря только на некоторых участках его западного побережья встречались твердые грунты. Большую часть площади дна занимали различные илы и пески. Песчаные грунты занимали прибрежную зону, в основном до глубины 10 м, а также располагались на подводной возвышенности от полуострова Куланды до о. Лазарева, но с падением уровня моря все они оказались в зоне осушки (Бортник, Чистяева, 1990). Теперь дно Арала практически полностью покрывают илы.

2.2.7. Водный баланс

Водный баланс Аральского моря как бессточного водоема (рис. 2.2) складывается из речного стока, атмосферных осадков, притока подземных вод – приходная составляющая, и испарения с поверхности водного зеркала, а также фильтрации вод в берега и дно – расходная составляющая.

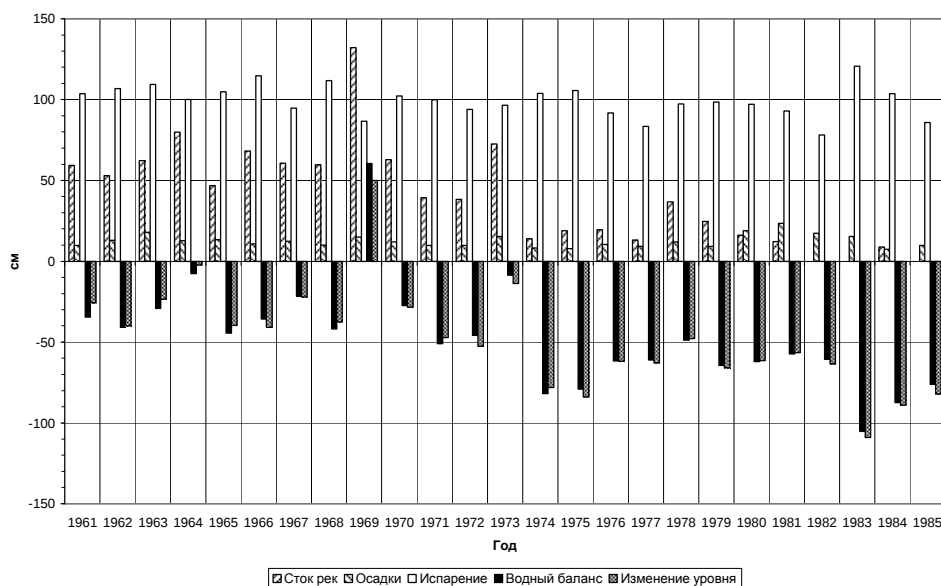


Рис. 2.2. Изменение водного баланса Аральского моря и его составляющих в 1961–1985 гг. (из: Аладин и др., 2004а).

Зоны формирования стока главного источника воды для Арала – рек Амударьи и Сырдарьи – целиком находятся в горах, на Тянь-Шане и Памире. Они имеют снеглоледниковое питание, и их водные ресурсы оцениваются примерно в 75 и 37 км³ в год соответственно. Объем достигающего моря речного стока зависит от запасов воды и снега в горах к началу снеготаяния, потерь на равнинном участке и безвозвратного изъятия воды на хозяйственные нужды, главным образом для орошаемого земледелия. Бассейны Амударьи и Сырдарьи с древности являются районами развитого орошения, оказывающего сильное влияние на сток этих рек на протяжении многих столетий. С начала XX века площади орошаемых земель выросли более чем в 2 раза (Бортник, Чистяева, 1990).

До 1950-х годов суммарный объем безвозвратно изымаемого в бассейне Аральского моря речного стока достигал 26–33 км³ в год, но затем начался его интенсивный рост как следствие значительного увеличения площадей под орошаемым земледелием, создания водохранилищ на Сырдарье и начавшегося забора воды из Амударьи в Каракумский канал. Несмотря на то, что за период 1951–1960 гг. безвозвратное изъятие речного стока возросло примерно до 40 км³ в год, до 1960-х годов заметных изменений объемов притока речных вод в Арал все еще не отмечалось, так как объем естественных водных ресурсов Амударьи и Сырдарьи в этот период был на 9% больше, чем в предшествующие годы. Помимо этого, рост забора воды частично компенсировало уменьшение русловых потерь вследствие сокращения площадей разливов благодаря обвалованию берегов, осушению заболоченных территорий, а также из-за внутригодового перераспределения речного стока после зарегулирования рек. Однако эти компенсационные возможности быстро исчерпались, и дальнейший рост безвозвратного изъятия речного стока вместе с наступившим периодом естественного маловодья привели к резкому снижению притока речных вод в Арал. В 1961–1970 гг. безвозвратное изъятие стока достигло 55–57 км³, в 1971–1980 гг. оно увеличилось до 64–66 км³, а в 1981–1985 гг. оно уже оценивалось примерно в 70–75 км³ в год. В 1974 г. сток Сырдарьи в Арал прекратился в результате практически полного разбора ее вод и перекрытия ее основного русла в низовье несколькими глухими плотинами. В 1982 г. прекратился сброс вод Амударьи в море по ее основному руслу. Их приток в море полностью отсутствовал в 1982, 1983 и 1985 гг., а в 1984 г. не превышал 4 км³ (Бортник, Чистяева, 1990).

За период 1961–1985 гг. примерно 80% суммарного снижения поступления вод Амударьи и Сырдарьи в Аральское море дало изъятие на орошение и хозяйственные нужды, и только 20% пришлось на естественную маловодность этих лет. В 1961–1970 гг. приток речных вод в среднем составлял 43.3 км³/год или 77% от его среднего многолетнего значения в период квазистабильного состояния моря. В 1971–1980 гг. средний объем речного стока в Арал сократился до 16.7 км³/год, т. е. примерно до 30%, а в 1981–1985 гг. он упал до каких-то 2 км³/год, т. е. до 3.6%. Единственным исключением оказался аномально многоводный 1969 г., когда приток речных вод достиг 80.6 км³, что стало максимумом за весь период наблюдений (Бортник, Чистяева, 1990).

Изменилось и внутригодовое распределение стока Сырдарьи и Амударьи в Арал. Если в период квазистабильного режима моря для этих рек было характерно растянутое весенне-летне-осеннее половодье, то с этого времени приток речных вод к морю стал определяться режимом попусков из расположенных в нижнем течении рек гидроузлов и водохранилищ ГЭС в верховьях, максимум которых приходится на зимний сезон (Бортник, Чистяева, 1990).

Во второй половине 1980-х годов речной сток в море несколько увеличился. В 1986–1990 гг. в Арал ежегодно поступало в среднем около 7 км³ (Micklin, 1991). В 1991 г. поступление речных вод вновь возросло, и для 1991–1993 гг. его среднегодовой объем оценивается в 10–15 км³ (Williams, Aladin, 1993).

Количество атмосферных осадков, выпадающих на поверхность моря, невелико. В период 1911–1985 гг. средняя многолетняя годовая сумма осадков на поверхность моря составляла всего лишь 13.3 см. Максимум осадков приходится на март–апрель и октябрь–ноябрь, минимум – на август–сентябрь. Количество осадков уменьшается с севера на юг. В результате резкого сокращения речного стока удельный вес атмосферных осадков в приходной составляющей водного баланса Аральского моря существенно увеличился (Бортник, Чистяева, 1990).

Надежных данных о такой составляющей приходной части водного баланса Аральского моря, как подземный сток, нет, однако большинство исследователей считает, что он невелик, и при расчетах водного баланса его не учитывают. По разным оценкам приток подземных вод мог составлять от 0.15 до 3.4 км³/год (Бортник, Чистяева, 1990).

Средний многолетний годовой слой испарения с поверхности воды многократно превышает сумму осадков на поверхность Аральского моря. В 1911–1985 гг. среднегодовое испарение с поверхности составило 99.8 см при колебаниях от 78.1 см в 1982 г. до 120.6 см в 1983 г. Фильтрация морских вод в берега и дно по существующим оценкам также невелика и в прошлом не превышала 0.15 км³/год (Бортник, Чистяева, 1990).

2.2.8. Уровень до начала регрессии

Уровень Аральского моря непостоянен. Он испытывает колебания различной периодичности – многовековые, вековые, многолетние, сезонные и короткопериодные. Природа многовековых, вековых и многолетних циклов изменения уровня связана с соответствующими циклами изменения речного стока – основной составляющей приходной части водного баланса этого бессточного водоема. Сезонные колебания уровня вызываются сезонными изменениями соотношений между составляющими водного баланса. Короткопериодные (в пределах нескольких суток) колебания порождаются атмосферными процессами (Бортник, Чистяева, 1990).

О многолетних колебаниях уровня Арала на протяжении последних 200 лет известно как по косвенным данным, так и по данным инструментальных наблюдений. Так, согласно косвенным данным, в конце XVIII века уровень моря стоял на отметке около +53 м абс. Затем последовало его снижение, и к 1820 г. он упал до +50 м. Далее, вплоть до середины XIX века, происходил подъем уровня до отметки +52 м, сменившийся его очередным снижением до +50 м. В течение 1895–1905 гг. уровень моря быстро поднялся до отметки +53 м. На протяжении всего периода 1911–1960 гг. сохранялось примерное равенство приходной и расходной составляющих водного баланса. Благодаря этому многолетние колебания среднегодового уровня Аральского моря около отметки +53 м не превышали 1 м при сезонных колебаниях в пределах 0.25–0.35 м. За период 1951–1960 гг., благодаря увеличившемуся в это время притоку речных вод, среднегодовой уровень даже повысился примерно на 0.7 м (Бортник, Чистяева, 1990).

2.2.9. Соленость до начала регрессии

Вода Аральского моря сильно метаморфизирована – ее солевой состав существенно отличается от такового океанической воды. Доля двухвалентных ионов (гидрокарбонаты, кальций, магний и сульфаты) существенно повышена относительно одновалентных ионов (натрий и хлор). Это связано с солевым составом слабо минерализованных (порядка 1–1.5‰) вод впадающих в него рек, где доля двухвалентных ионов тоже повышена. Соленость вод Арала определяется главным образом соотношением объемов речного стока, атмосферных осадков и испарения. До 1961 г. средняя соленость (см. табл.) составляла 10.3‰. Особенности соленостного режима отдельных районов связаны с их географическим положением, морфометрическими особенностями, удаленностью от устьевых районов, циркуляцией вод и интенсивностью водообмена с открытым морем (Бортник, Чистяева, 1990).

Соленость вод прибрежной зоны характеризовалась (по сравнению с открытым морем) значительной изменчивостью. В период квазистационарного состояния моря там четко прослеживались сезонные изменения солености: зимой на мелководьях севера и северо-востока Арала при интенсивном образовании льда соленость воды повышалась до 11–14‰, тогда как на юге, востоке и в центральном районе моря средняя соленость составляла 10–11‰. Весной из-за интенсивного таяния льда поверхностный слой воды в прибрежной зоне опреснялся, и средняя соленость снижалась до 6.9‰ и даже сильнее. Летом и в начале осени, в период наибольшего испарения с поверхности моря, соленость воды в мелководных районах у восточного побережья возрастала до 13.6–16.9‰. На юге

моря с сезонным увеличением стока Амударьи средняя соленость, наоборот, снижалась до 9‰. В октябре–ноябре поверхностный слой воды в прибрежной зоне незначительно опресняли атмосферные осадки (Бортник, Чистяева, 1990).

В Большом море, благодаря опресняющему влиянию стока Амударьи, минимальная соленость воды наблюдалась на юге и юго-западе. В Малом море зона пониженной солености, соответственно, располагалась перед устьем Сырдарьи (Бортник, Чистяева, 1990).

Районами с постоянно повышенной соленостью воды были мелководья и заливы восточного побережья и акватория Акпеткинского (Карабайли) архипелага. Там в так называемых *култуках*, вследствие интенсивного испарения в условиях пустынного климата и при затрудненном водообмене с открытым морем, летом соленость воды могла достигать 47–50‰ (Деньгина, 1959а; Хусаинова, 1958, 1960).

2.2.10. Солевой баланс

Солевой баланс Аральского моря складывается из приходной и расходной частей. Основной составляющей приходной части является ионный сток рек. Для периода 1911–1960 гг. он оценивается в 23.8 млн. т в год или 92% от всей приходной части. Ее остаток образовывало поступление солей с подземными водами, атмосферными осадками и атмосферной пылью. В 1961–1970 гг., несмотря на сокращение притока речных вод, произошло некоторое увеличение суммарного ионного стока, главным образом за счет почти двукратного повышения минерализации вод Сырдарьи. В 1971–1980 гг. из-за резкого сокращения речного стока суммарный ионный сток снизился до 12.3 млн. т в год. В 1981–1985 гг., несмотря на увеличение минерализации речных вод в 3 раза, из-за их незначительного притока ионный сток уменьшился до 2.2 млн. т в год, а его доля в приходной составляющей солевого баланса упала до 53%. При этом, вследствие интенсификации ветрового выноса отложившихся солей с обсохшего дна, площадь которого всё росла, с 1971 г. стали увеличиваться минерализация выпадающих на море атмосферных осадков и поступление солей с атмосферной пылью (Бортник, Чистяева, 1990).

Еще Л.С. Берг (1908) обратил внимание, что необходимое для накопления всей солевой массы время, рассчитанное по годовому ионному стоку рек и составляющее всего лишь 320 лет, многократно меньше возраста Аральского моря, а его воды, несмотря на это, сохраняют свою относительно невысокую соленость. Из этого факта следует, что, наряду с поступлением солей с речным стоком, происходит компенсирующее их изъятие. В прошлом при регрессиях Аральского моря происходило осаждение солей, и они перекрывались терригенными и осадочными материалами, что предотвращало обратное растворение солей при последующем повышении уровня моря (Бортник, Чистяева, 1990).

В период 1911–1960 гг. главной составляющей расходной части солевого баланса Аральского моря было осаждение солей в зоне смешения морских и речных вод, на мелководьях и в култуках, оценивавшееся в 23.6 млн. т в год или 91% всей расходной части, практически компенсировавшее ионный сток рек. Оставшиеся 9% составляли вынос солей с поверхности воды и льда ветром, потеря солей вместе с испаряющейся водой и при фильтрации морской воды в грунт дна и берегов. С 1961 г. из-за начавшегося падения уровня Аральского моря его береговая линия стала выравниваться, что сопровождалось сокращением площади мелководий и култуков, где за счет испарения застойных вод происходило накопление солей. В результате этого количество солей, осаждающихся на мелководьях, начало снижаться. С этого же времени по мере повышения минерализации вод к расходной части солевого баланса добавляется осаждение в открытом море карбонатных солей из пересыщенной ими воды. В 1981–1985 гг. на эти две составляющие приходилось 90% всей расходной части солевого баланса моря (Бортник, Чистяева, 1990).

Рост минерализации речных вод сопровождало резкое изменение их ионного состава. Вследствие увеличения в речном стоке доли сильно минерализованных сбросных и дренажных вод прежде гидрокарбонатно-кальциевые воды Амударьи и Сырдарьи превратились в сульфатно-натриевые со среднегодовой минерализацией от 2 до 5 г/л (Karimov et al., 2014). В результате в расходной части солевого баланса доля осаждения солей в зоне смешения морских и речных вод снизилась с 42% до 3% (Бортник, Чистяева, 1990). Таким образом, этот процесс фактически утратил свою прежде важную роль.

2.2.11. Уровень с начала регрессии и до разделения моря

Состояние Аральского моря оставалось квазистабильным до 1961 г., когда испарение стало превышать сумму приходных составляющих водного баланса. С этого времени годовые значения водного баланса (рис. 2.2), за исключением аномально многоводного 1969 г., становятся отрицательными. В результате уровень моря с 1961 г. (рис. 2.3) начал устойчиво снижаться (Бортник, Чистяева, 1990).

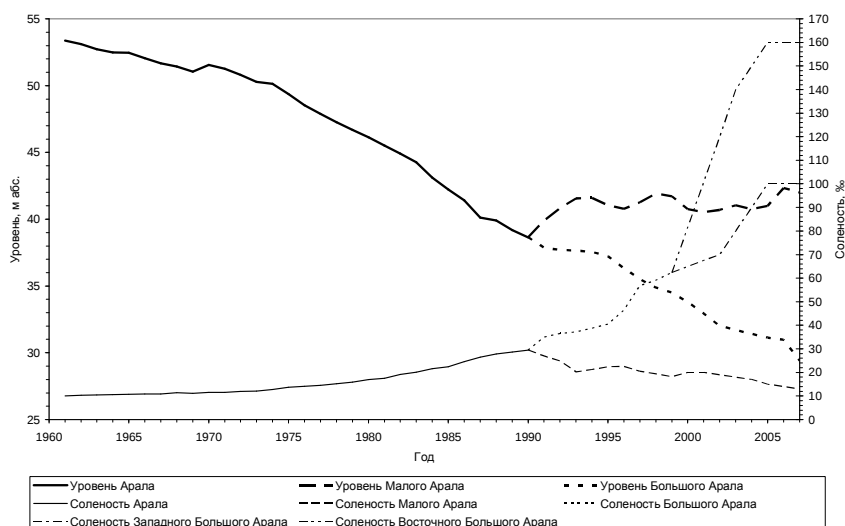


Рис. 2.3. Изменение уровня и солёности Аральского моря (из: Аладин, Плотников, 2008).

С 1965 г. падение уровня Аральского моря ускорилось. Оно было прервано необычно многоводным 1969 г., но затем снова продолжилось, и его скорость увеличивалась. Если в 1961–1970 гг. уровень в среднем снижался за год примерно на 21 см, то в 1971–1980 гг. средняя скорость падения уровня возросла до 58 см за год, а в 1981–1985 гг. достигла 80 см в год. В результате к 1985 г. уровень моря понизился по сравнению с 1960 г. на 11.9 м. При этом природный фактор (естественное снижение водности рек) дал только 23% падения уровня, тогда как оставшиеся 77% были результатом снижения речного стока вследствие все увеличивавшихся объемов безвозвратного изъятия воды, в первую очередь на орошение (Бортник, Чистяева, 1990).

Со снижением уровня Арала береговая линия сильнее всего отступила в мелководных восточных, юго-восточных и южных районах, и там полностью исчезли крупные мелководные заливы. Увеличивалась площадь островов в Большом море, район Акпеткинского архипелага стал сушей, на месте бывших банок появился ряд новых островов. После пересыхания пролива Аузы-Кокарал о. Кокарал стал полуостровом (Бортник, Чистяева, 1990).

2.2.12. Рост солености

С 1961 г. по всему морю начался общий рост солености воды (см. рис. 2.3). Он в основном был обусловлен уменьшением объема вод моря из-за превышения испарения над поступлением пресной воды. В 1961–1970 гг. рост солености шел пока еще медленно, и за десятилетие средняя соленость повысилась всего лишь с 10.3‰ до 11.5‰. После 1970 г. с ускорением падения уровня темпы осолонения Арала значительно возросли, и к 1980 г. его средняя соленость достигла 17‰. В 1971–1975 гг. в результате сокращения речного стока уменьшились градиенты солености в акваториях перед устьями Амударьи и Сырдарьи. В 1980-е годы дальнейшее сокращение речного стока с одновременным повышением его минерализованности в 2-3 раза (Karimov et al., 2014), а затем и практически полное его прекращение привели к исчезновению распресненных зон перед устьями Амударьи и Сырдарьи (Бортник, Чистяева, 1990).

2.3. Разделение моря

Во второй половине 1980-х годов сток Амударьи практически отсутствовал, и море фактически питали только воды Сырдарьи. Поступление воды за счет речного стока и осадков в Малый Арал превышало испарение, и, пока море оставалось единым водоемом, избыток воды беспрепятственно поступал через пролив Берга в Большой Арал. К 1988–1989 гг. уровень моря снизился на 13 м, упав до отметки +40 м абс. В результате этого пересох пролив Берга, соединявший Малый и Большой Арал. Пролив Аузы-Кокарал пересох значительно раньше, еще в 1968 г. С этого времени Арал перестал быть единым (рис. 2.4), и началось его превращение в группу остаточных водоемов. Море разделилось на 2 терминальных водоема – Малый и Большой Арал. К моменту разделения моря его общая площадь сократилась до 60% от площади в 1960 г., объем составлял только 33% от объема в 1960 г., средняя соленость возросла с 10.3‰ до 30‰ (см. табл. 2.1, рис. 2.3.) (Аладин, Плотников, 2008).



Рис. 2.4. Аральское море перед его разделением.

В начале 1980-х гг. в дне пролива Берга, обмелевшего с падением уровня Арала, для сохранения судоходства прорыли канал. При дальнейшем падении уровня судоходство и вместе с этим дноуглубительные работы в проливе прекратились, и этот

канал вскоре был занесен песком и илом (Аладин, Плотников, 1995; Aladin, Plotnikov, Potts, 1995).

Пока пролив Берга еще связывал между собой Малый и Большой Арал, падение уровня в них шло одинаково. С пересыханием пролива и разделением Арала падение уровня Малого моря прекратилось, так как суммарное поступление в него вод р. Сырдарьи, атмосферных осадков и подземного стока уравнило испарение с его поверхности. При этом высыхание Большого Арала, до которого сток Сырдарьи теперь перестал доходить через Малый Арал, продолжилось, и его уровень стал ниже уровня Малого моря.

Весной 1990 г. при сезонном увеличении стока Сырдарьи уровень Малого моря поднялся, и начался перелив избытка воды в Большое море поверх естественной преграды на месте пересохшего пролива Берга. Так как Большое Море продолжало высыхать, то гидрологический уклон между ним и Большим Морем увеличивался, что привело к возникновению сильного потока воды из Малого в Большое море. Эта вода стала вымывать отложения, заполнявшие бывший судоходный канал, и на его месте сформировалось русло, по которому вода из Малого Арала стекала в Большой Арал. Так как характер грунтов на дне бывшего пролива Берга не позволяет им противостоять размыву сильным течением воды, то возникла вероятность дальнейшего углубления образовавшегося русла и размыва естественной преграды, что создавало опасность возобновления падения уровня Малого моря (Аладин, Плотников, 1995; Aladin et al, 1995, 1995).

2.3.1. Кокаральская плотина

В 1991 г. сотрудники лаборатории солоноватоводной гидробиологии ЗИН РАН, включая автора, доложили об этой опасности главе администрации Аральского района и предложили перекрыть сток воды из Малого Арала, построив в проливе Берга экспериментальную плотину. Всё это глава администрации в свою очередь изложил руководству Кызыл-Ординской области. Эти предложения после их обсуждения были поддержаны правительством Казахстана. Летом 1992 г. со второй попытки удалось перекрыть канал, и через высохший пролив Берга была насыпана земляная дамба высотой около 1 м (рис. 2.5) (Аладин, Плотников, 1995; Aladin et al, 1995; Аладин, 2012).



Рис. 2.5. Строительство первой плотины в проливе Берга.

Предложенный и реализованный вариант разделения Малого и Большого моря отличался от ранее предлагавшихся аналогичных решений (Бортник, 1978, 1980; Львович, Цигельная, 1978; Черненко, 1983; Micklin, 1991). Плотина была возведена на обсохшем дне пролива Берга в самой мелкой его части, а не в самом узком месте, что сократило объем работ и удешевило строительство (Аладин, Плотников, 1995; Aladin et al, 1995; Аладин, 2012).

После этого начался быстрый подъем уровня Малого Арала, и менее чем за 9 месяцев он вырос более чем на 1 м. Остановился рост солёности, и через некоторое время началось ее постепенное снижение. Даже при таком небольшом подъеме уровня вновь заполнилась водой южная часть котловины высохшего залива Большой Сарычеганак, было предотвращено отчленение залива Бутакова и, возможно, залива Шевченко. С другой стороны, с постройкой этой плотины увеличилась скорость падения уровня Большого Арала и скорость роста его солёности (Аладин, Плотников, 1995). По нашим приближенным оценкам годовой сток с севера на юг мог быть порядка 3 км^3 , т.е. около одной четвертой части всех поступлений воды в Большое море.

Эта плотина в проливе Берга не имела водопропускного устройства для сброса излишков воды при повышении уровня Малого Арала до опасной для ее сохранности отметки. Помимо этого, она сама по себе была недостаточно прочной. Из-за этого при весенних подъемах уровня плотина неоднократно прорывалась (рис. 2.6), каждый раз после этого ее ремонтировали, но после того, как в апреле 1999 г. сильный шторм разрушил плотину, ее уже не восстанавливали (Аладин, Плотников, 2008; Аладин, 2012).



Рис. 2.6. Разрушение первой плотины в проливе Берга.

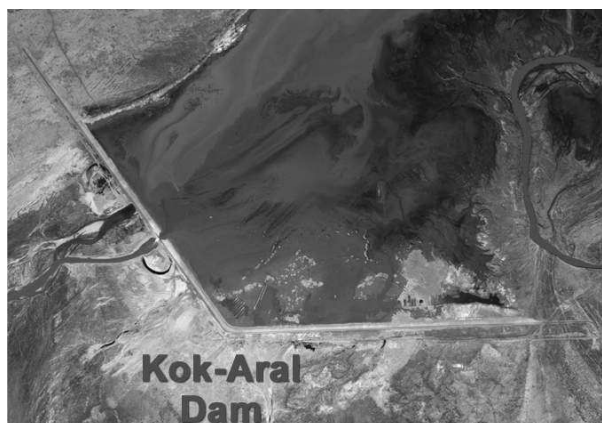


Рис. 2.7. Новая (Кокаральская) плотина в проливе Берга.

По решению правительства Казахстана в рамках программы «Конкретные действия по улучшению экологической обстановки в бассейне Аральского моря» началась реализация проекта «Регулирование русла реки Сырдарья и северной части Аральского моря», и в проливе Берга на месте первой плотины возвели новую капитальную Кокаральскую плотину. Первоначально намечалось поднять уровень Малого Арала до отметки +47 м абс., что позволило бы построить в давно пересохшем проливе Аузы-Кокарал дополнительное водорегулирующее сооружение для подачи воды в западную часть Большого моря. Однако в окончательном варианте проекта ограничились одной более низкой плотиной в проливе Берга, позволяющей поднять уровень

зарегулированного Малого моря только до отметки +42–43 м. Эта плотина была построена в течение 2004–2005 гг. (рис. 2.7). Она имеет водослив для автоматического сброса излишков воды (рис. 2.8, 2.9) и поддержания уровня Малого моря на безопасной для своей сохранности отметке (Аладин, Плотников, 2008; Aladin et al., 2008; Аладин, 2012). Благодаря большому объему зимних попусков по Сырдарье повышение уровня Малого Арала шло быстро, и уже к весне 2006 г. он достиг проектной отметки +42 м.



Рис. 2.8. Водопускное сооружение Кокаральской плотины (вид со стороны Малого Аральского моря).



Рис. 2.9. Водопускное сооружение Кокаральской плотины (вид со стороны сбросного канала).

2.3.2. Малый Арал

Процесс снижения солености Малого Арала продолжается и в настоящее время. По измерениям, выполненным во время экспедиции с участием автора на Аральское море в сентябре 2011 г. (Micklin, неопубликованные данные), соленость открытой части Малого Арала снизилась с 28–30‰ до 9.9‰. При этом в сильно обособленном заливе Бутакова, имеющем слабый водообмен с морем, соленость была повышена до 11‰. Наименьшие значения солености были характерны для находящейся под опресняющим влиянием речного стока зоны у устья Сырдарьи и Кокаральской плотины – 6.3‰. Весной 2013 г. снижение средней солености достигло 5.3‰, что существенно ниже, чем до начала современной регрессии и осолонения Арала. Как и в предыдущие годы, наиболее высокая соленость (9.9‰), была отмечена в заливе Бутакова. В приустьевой зоне соленость была очень низкой – 1.2–2‰ (Отчет ..., 2013). Необходимо отметить, что, так как плотина с ее водосбросом расположена вблизи устья Сырдарьи, из Малого Арала уходит вода

соленостью значительно ниже средней. Вследствие этого снижение солёности Малого моря идет медленнее, чем если бы вода сбрасывалась не из этого опресненного района.

В настоящее время существует возможность дальнейшего увеличения объема воды и площади Малого Аральского моря за счет использования воды, которая сейчас сбрасывается через плотину в бывшем проливе Берга в направлении Большого Арала и частично теряется в солончаках на месте его обсохшего дна. Были предложены два варианта решения этой задачи.

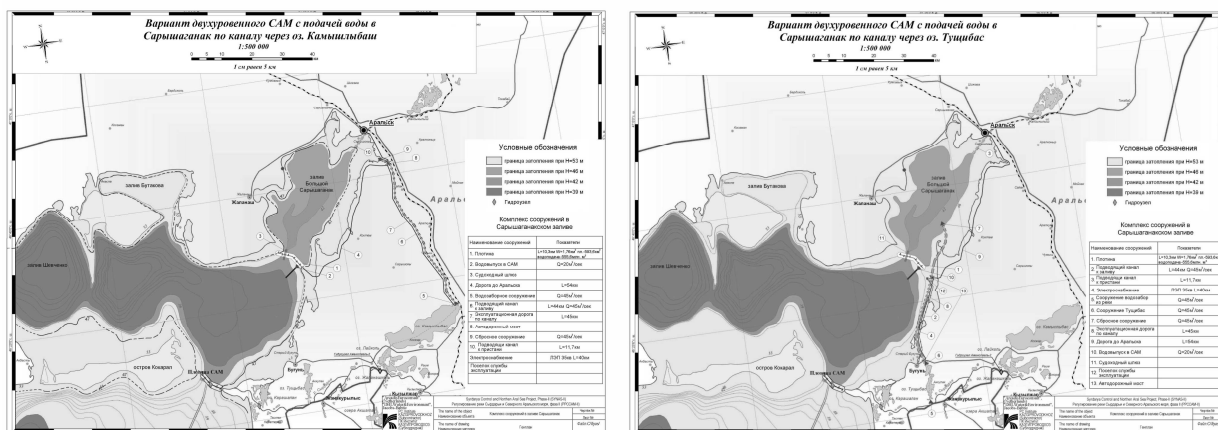


Рис. 2.10. Основной вариант (2 версии) следующего этапа реконструкции Малого Арала.

Основной вариант предполагает создание в горле залива Большой Сарычеганак плотины с водосбросом в основную акваторию Малого Арала и прокладку канала от гидроузла Аклак для подачи части стока Сырдарьи в этот залив (рис. 2.10). Если этот проект будет реализован, то Малое море станет каскадом из двух отличающихся своими солёностными условиями водоемов с различным гидрологическим режимом. На месте обводненного залива возникнет фактически пресноводный проточный водоем, уровень которого будет выше уровня основной части Малого моря. С увеличением общей площади водной поверхности больше воды будет расходоваться на испарение, также станет возможным сделать поступление воды в основную часть Малого Арал в течение года более равномерным. Это позволит уменьшить или даже совсем прекратить сброс воды из Малого Арала, чтобы остановить дальнейшее снижение солёности его вод.

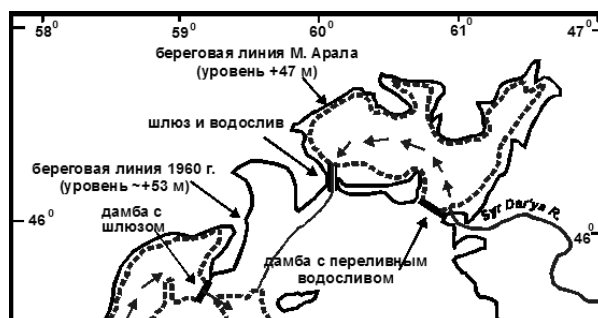


Рис. 2.11. Альтернативный вариант следующего этапа реконструкции Малого Арала.

Альтернативный вариант предполагает реконструкцию плотины в проливе Берга с увеличением ее высоты и, по возможности, создание дополнительного регулирующего гидроузла на западе водоема в пересохшем проливе Аузы-Кокарал. В результате повысится уровень и увеличится площадь всего Малого Арала (рис. 2.11). Это также позволит уменьшить сток из Малого Арала и стабилизировать солёность.

2.3.3. Большой Арал

Если падение уровня Малого Арала, водный баланс которого благодаря увеличившемуся объему стока Сырдарьи был положительным, прекратилось, и соленость постепенно снижается, то водный баланс Большого Арала остается отрицательным. Уровень Большого моря продолжает снижаться, а соленость расти, и к концу 1990-х гг. оно превращается в гипергалинный водоем. В 2000 г. соленость большого Арала превысила 60‰, а к 2004 г. достигла 100‰ (см. рис. 2.3).

С падением уровня Большого моря до +34 м абс. о. Возрождения соединился на юге с материком, и оно разделилось (рис. 2.12) на Западный и Восточный Арал. С 2000 г. рост солености в мелководном восточном бассейне опережает ее увеличение в глубоководном западном бассейне. В 2001–2002 гг. между восточным и западным бассейнами сформировалась узкая протяженная протока (Завьялов и др., 2006). В 2008 г. эта протока имела длину порядка 25–30 км и ширину не более 150–200 м при максимальной глубине до 5–6 м. К 2006 г. от Восточного Большого Арала отделился залив Тщевас. Зимой и весной, когда большой объем воды из Малого Арала сбрасывается через Кокаральскую плотину, пересохшая северная оконечность восточного бассейна обводняется, связь с этим заливом на время восстанавливается (Аладин, Плотников, 2008), а через протоку идет подпитка Западного Большого Арала (рис. 2.12, 2.13).

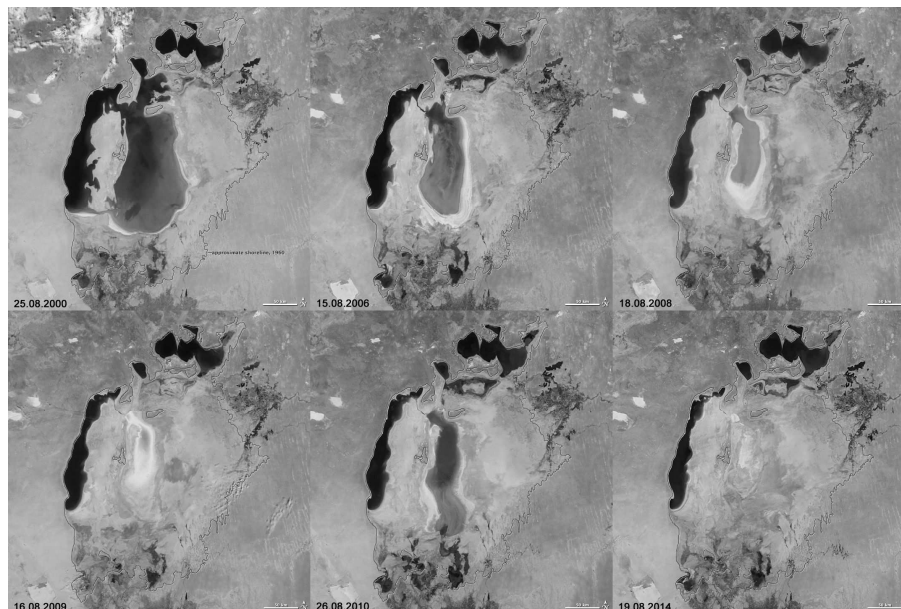


Рис. 2.12. Аральское море в 2000–2014 гг.

К концу 2009 г. Восточный Большой Арал, соленость которого уже превысила 100‰, оказался почти полностью высохшим (см. рис. 2.12), но в начале лета и осени неожиданно многоводного 2010 г. в него поступили большие объемы воды из Амударьи, а также из Малого Арала через Кокаральскую плотину. В результате Восточный Большой Арал наполнился водой (в последующие годы он снова высох). Сток из Малого Арала достиг и отчленившегося залива Тщевас (см. рис. 2.12), однако нет достаточных оснований ожидать, что подобная ситуация обязательно будет регулярно повторяться в последующие годы, высыхание Восточного Большого Арала на длительное время остановится, и он стабилизируется.

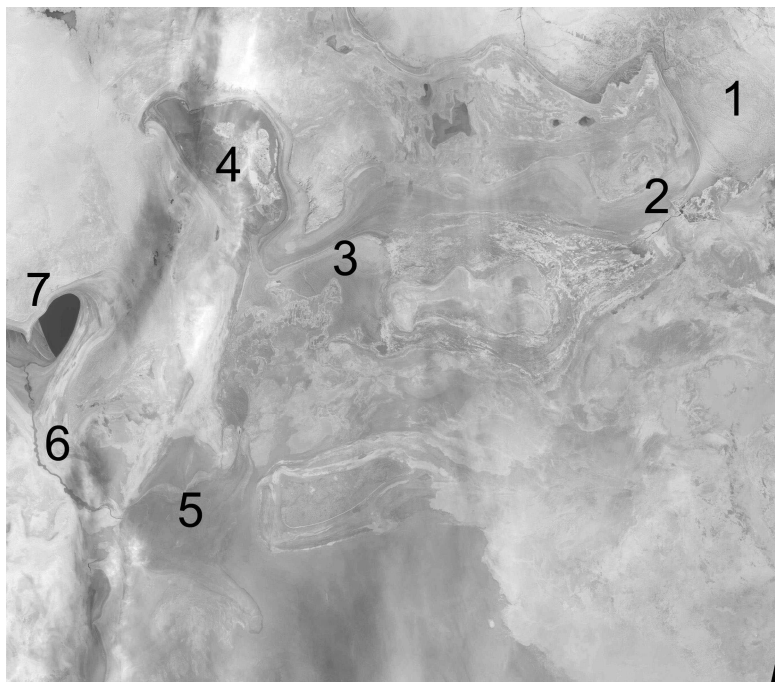


Рис. 2.13. Центральная часть Аральского моря в феврале 2015 г.
1 – Малый Арал; 2 – Кокаральская плотина; 3 – обводненная северная часть Большого Арала;
4 – зал. Тщebas; 5 – северная оконечность Восточного Большого Арала;
6 – протока между Восточным и Западным Большим Аралом; 7 – зал. Чернышова.

Глава 3.

СВОБОДНОЖИВУЩИЕ БЕСПОЗВОНОЧНЫЕ АРАЛЬСКОГО МОРЯ И ТЕОРИЯ ОСМОРЕГУЛЯЦИИ ВОДНЫХ ЖИВОТНЫХ

Один из важнейших абиотических факторов водной среды, воздействующих на гидробионтов, это – ее соленость. Знание особенностей отношения гидробионтов к этому фактору важно для понимания как аутэкологических, так и синэкологических закономерностей. Соленость очень часто выступает в качестве лимитирующего фактора, ограничивающего их распространение (Aladin, Plotnikov, 2009; Plotnikov, Aladin, 2011; Аладин, Плотников, 2013).

Изучение осморегуляторных способностей гидробионтов позволило установить типы осмотических отношений внутренней среды водных организмов с окружающей средой и экспериментально определить размах соленостных толерантных диапазонов (Аладин, 1996).

Для экспериментального определения соленостных толерантных диапазонов ракообразных используются культуры рачков, полученные размачиванием грунтов или привезенные в живом состоянии. Соленость воды может определяться ареометрическим, упрощенным аргентометрическим и криоскопическим способами, а также рефрактометром и по электропроводности. Применяются ряды соленостей с интервалом 1‰ и 2‰, реже 4‰. Для получения воды пониженной солености профильтрованную морскую воду разводят пресной, а для получения воды повышенной солености – выпаривают. Срок акклимации ракообразных к воде различной солености составляет 10–14 суток. Толерантность организмов к изменениям солености тестируется по их способности к активным движениям, а критерием гибели может служить прекращение работы сердца или отсутствие ответа на раздражение при прикосновении иглой. При соленостях, выходящих за пределы толерантного диапазона, у всех исследованных ракообразных уже через 12 часов после начала опыта процент погибших особей превышал 40–80%. Через 10–14 суток после начала опыта в этих соленостях, как правило, не выживал ни один экземпляр подопытных ракообразных.

Определение осмотических параметров гемолимфы ракообразных осуществляется с помощью микрокриоскопической методики на микрокриоскопе системы Виноградова и Бобовича. Принцип действия криоскопа заключается в измерении температуры замерзания или оттаивания исследуемой жидкости. Понижение точки замерзания раствора пропорционально его концентрации и не зависит от природы растворенного вещества. Температура замерзания или оттаивания раствора тем ниже, чем выше его общая осмотическая концентрация. Зная точку замерзания или оттаивания исследуемой жидкости можно определить ее общую осмотическую концентрацию. Для измерения точки оттаивания исследуемой жидкости ее набирают в тонкий стеклянный капилляр, который запечатывают и сначала помещают в сосуд с охлажденным (до -30°C) антифризом, где исследуемая проба замерзает за 20–40 секунд. Затем капилляр с замерзшей пробой быстро переносят в другой сосуд с менее охлажденным (от -3°C до -4°C) антифризом. Его температуру постепенно повышают, а через микроскоп наблюдают за процессом оттаивания замерзшей пробы. В момент исчезновения в капилляре последнего кристалла льда измеряют температуру окружающего капилляр антифриза. Эту температуру принимают равной температуре оттаивания исследуемой жидкости. Разность величин точек замерзания раствора и чистого растворителя называется «депрессией раствора». По величине депрессии можно рассчитать осмолярность, осмотическое давление и общую осмотическую концентрацию раствора.

С позиций физиологии осморегуляции имеющие внутреннюю среду гидробионты подразделяются на неспособных к осморегуляции осмоконформеров и на

осморегуляторов. У осмоконформеров имеет место изоосмия внешней и внутренней среды. Они относятся к первично-морским формам. Осморегуляторы подразделяются на конфогиперосмотиков, гиперосмотиков, гипоосмотиков и амфиосмотиков (Аладин, 1986а, 1986б, 1988, 1990, 1996; Хлебович, Аладин, 2010).

Конфогиперосмотики являются гидробионтами морского происхождения. Они являются примитивными осморегуляторами и сочетают осмоконформность при высоких соленостях с гиперосмотической регуляцией внутренней среды при низких соленостях. Это – один из первых этапов становления способностей к осморегуляции внутренней среды у гидробионтов.

Гиперосмотики являются гидробионтами пресноводного происхождения. Они способны поддерживать общую осмотическую концентрацию внутри организма на более высоком уровне, чем во внешней среде, что необходимо для жизни в воде с низкой минерализацией.

Амфиосмотики представляют собой гидробионтов, сочетающих гиперосмотическую регуляцию при низкой солености с гипоосмотической регуляцией при высокой солености. Это – самый совершенный тип осморегуляции, так как обеспечивает широкую эвригалинность при одновременном поддержании относительного осмотического гомеостаза.

Гипоосмотики являются гидробионтами пресноводного происхождения. Они способны поддерживать общую осмотическую концентрацию внутри организма на более низком уровне, чем во внешней среде, что необходимо для жизни в воде с высокой минерализацией.

Всего же в рамках концепции относительности и множественности зон барьерных соленостей выделены 12 типов осмоконформеров и осморегуляторов (Аладин, 1986а, 1986б, 1988, 1990, 1996; Хлебович, Аладин, 2010).

А. Осмоконформеры

1. Осмоконформеры I порядка – стеногалинные морские гидробионты, живущие в узком диапазоне соленостей, приблизительно от 30 до 36‰ для океанической воды. В Аральском море их нет.
2. Осмоконформеры II порядка – типичные морские гидробионты, обитающие в более широком диапазоне соленостей, приблизительно от 20 до 40‰ для океанической воды. В Аральском море их нет.
3. Осмоконформеры III порядка – эвригалинные морские гидробионты, живущие в еще более широком диапазоне соленостей, приблизительно от 8 до 40‰ для океанической воды; в аральской воде могли бы выдерживать соленость приблизительно от 11 до 56‰, но практически до 42‰.

В. Конфогиперосмотики

4. Конфогиперосмотики I порядка – широко эвригалинные морские гидробионты, живущие в чрезвычайно широком диапазоне соленостей, приблизительно от 2 до 50‰ для океанической воды; в аральской воде могли бы выдерживать соленость приблизительно от 4 до 66‰, но практически до 42‰.
5. Конфогиперосмотики II порядка – солоноватоводные гидробионты морского происхождения. Они обладают более совершенной гиперосмотической регуляцией при суженном диапазоне изоосмии и способны нормально существовать даже в пресной воде; в аральской воде теоретически и практически выдерживают соленость до 42‰.

С. Гиперосмотики

6. Гиперосмотики I порядка – типичные пресноводные гидробионты. У них внутренняя среда гиперосмотична по отношению к окружающей среде в пределах всего соленостного толерантного диапазона от пресной воды до воды с соленостью 8‰ для океанической воды и до 11‰ в аральской воде.

7. Гиперосмотики II порядка или вторичные конфоги́перосмотики I порядка – солоноватоводные гидробионты пресноводного происхождения. У них имеет место восстановление способности к вторичной осмоконформности при высокой солености – выше 8‰ для океанической воды и выше 11‰ в аральской воде.
8. Гиперосмотики III порядка или вторичные конфоги́перосмотики II порядка – эвригалинные организмы пресноводного происхождения, в океанической воде выдерживают соленость приблизительно до 30‰, а теоретически и практически до 42‰.

Д. Амфиосмотики

9. Амфиосмотики I порядка – некоторые каспийские солоноватоводные гидробионты. Их внутренняя среда гиперосмотична от пресной воды и до солености 8‰ в океанической воде и до 11‰ в аральской воде, и гипоосмотична при солености до приблизительно 20‰ в океанической воде и до 28‰ в аральской воде.
10. Амфиосмотики II порядка – некоторые эвригалинные австралийские гидробионты пресноводного происхождения, и в Аральском море их нет. В океанической воде выдерживают соленость приблизительно до 50‰, теоретически в аральской воде могли бы выдерживать соленость приблизительно до 66‰.
11. Амфиосмотики III порядка – эвригалинные гидробионты пресноводного происхождения. В Аральском море их нет. Их внутренняя среда гиперосмотична от пресной воды и до солености 8‰ в океанической воде и до 11‰ в аральской воде, и гипоосмотична при солености приблизительно до 50‰ в океанической воде и теоретически приблизительно до 66‰ в аральской воде.
12. Амфиосмотики IV порядка – широко эвригалинные гидробионты пресноводного происхождения. У них максимально выражена способность к гипоосмотической регуляции, и благодаря этому многие из них могут выдерживать соленость до 100‰, а некоторые до 300‰ и выше. Этот самый совершенный тип осморегуляции обеспечивает очень широкую эвригалинность при одновременном поддержании относительного осмотического гомеостаза.

Е. Гипоосмотики

13. Гипоосмотики – эвригалинные гидробионты пресноводного происхождения. Их внутренняя среда гипоосмотична окружающей среде в пределах всего соленостного толерантного диапазона и только при соленостях порядка 8‰ для океанической воды (или 11‰ для аральской воды) и ниже становится изоосмотичной. Они могут выдерживать осолонение до 100‰, а некоторые до 300‰ и выше.

Оценка роли соленостного фактора базируется на основных положениях концепции относительности и множественности зон барьерных соленостей, которая была сформулирована Н.В. Аладиным более 20 лет тому назад в рамках школы В.В. Хлебовича (Аладин, 1986а, 1986б, 1988). Эта концепция основывается на двух основных положениях:

- 1) зоны барьерных соленостей, с одной стороны, относительно степени совершенства осморегуляторных способностей гидробионтов, а с другой – химическому составу вод;
- 2) зон барьерных соленостей несколько, и по своей значимости они неравноценны.

Положение и размах интервалов барьерных соленостей не могут зависеть только от физико-химических свойств водной среды. Значения барьерных соленостей могут изменяться, следуя эволюции соленостных адаптаций и осморегуляторных способностей гидробионтов.

Многочисленными исследованиями был установлен для океанических вод критический характер биологического действия солености – 5–8‰. Эта соленость представляет собой универсальный барьер, при переходе через который меняется ряд

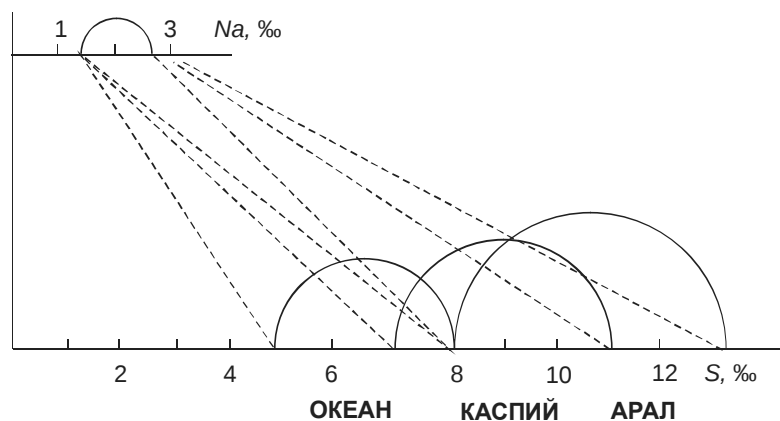


Рис. 3.1. Смещение критической солёности в сторону высоких концентраций в водах Каспийского и Аральского морей по сравнению с водой с океаническим составом солей (из: Аладин, 1983б, 1989а).

существенных биологических свойств на разных уровнях биологической интеграции, и она является верхней границей распространения пресноводной фауны и нижней границей распространения морской фауны. Данный солёностный интервал получил название «критическая солёность», и он также известен как «хорогалиникум» (Хлебович, 1974; Хлебович, Аладин, 2010).

Полевые исследования, проводившиеся в прошлом на Каспии и Арале, показали, что в континентальных (аталассных) солёных водоёмах граница распространения пресноводной и морской фаун приходится на солёности более высокие, чем 5–8‰ в океанических (талассных) водах (Беклемишев, 1922; Карпевич, 1953а, 1958; Мордухай-Болтовской, 1960).

В дальнейшем экспериментальное изучение осморегуляторных способностей и толерантных диапазонов ракушковых и жаброногих ракообразных показало, что в Каспийском и Аральском морях барьер критической солёности смещен с 5–8‰ в сторону высоких солёностей и расширен. В Каспии ему соответствует диапазон солёности от 7 до 11‰, а в Арале она смещена ещё больше – к солёности от 8 до 13‰ (рис. 3.1, 3.2). В Арале эта зона приходится на диапазон 8–13‰.

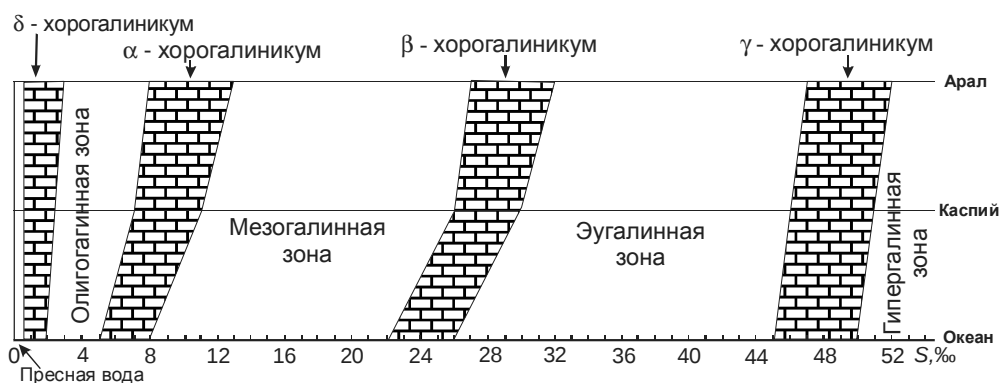


Рис. 3.2. Положение зон барьерных солёностей, или хорогалиникумов.

Воды этих континентальных водоёмов метаморфизированы, т. е. ионный состав солей в них отличен от океанического: в первую очередь в них повышено содержание двухвалентных ионов, в особенности в водах Аральского моря. Но если сопоставить верхние границы хорогалиникума для вод с различным ионным составом по содержанию одновалентных ионов, в частности по хлорности, то они оказываются эквивалентными. Таким образом, первая барьерная солёность континентальных вод – ни что иное, как

продолжение в континентальных водах первой барьерной солёности морских вод, соответствующей «критической солёности» (Аладин, 1983б, 1996).

Первая барьерная солёность, или α -хорогалиникум, считается зоной стыка двух основных типов водной фауны – морской и пресноводной; она также является ядром солоноватых вод (Хлебович, 1974). Для гидробионтов морского происхождения первая барьерная солёность отражает максимальный уровень совершенствования осмоконформности и становление способности к гиперосмотической регуляции, а для гидробионтов пресноводного происхождения она отражает становление способности к гипоосмотической регуляции и попытку возврата к вторичной осмоконформности. В континентальных водах первая барьерная солёность является непреодолимым препятствием для гиперосмотиков I порядка, и ее преодолевают только гиперосмотики II порядка и амфиосмотики I–IV порядков (Хлебович, Аладин, 2010; Аладин, Плотников, 2013).

Кроме первой барьерной солёности, или α -хорогалиникума, существует еще несколько неравнозначных (рис. 3.2). Из-за отличия химического состава воды Аральского моря от океанического их положение смещено в сторону высоких солёностей, но меньше, чем в случае первой барьерной солёности (Plotnikov, Aladin, 2011; Аладин, Плотников, 2013).

Вторая барьерная солёность, или β -хорогалиникум, является нижним пределом распространения осмоконформеров I порядка и верхней границей распространения конфогиперосмотиков II порядка и амфиосмотиков I порядка. В Аральском море ей соответствует солёность 27–32‰ (Plotnikov, Aladin, 2011; Аладин, Плотников, 2013).

Третья барьерная солёность, или γ -хорогалиникум, отражает максимальный уровень совершенствования осмоконформности у конфогиперосмотиков I порядка. В Аральском море ей соответствует солёность 47–52‰ (Plotnikov, Aladin, 2011; Аладин, Плотников, 2013).

Еще одна барьерная солёность, или δ -хорогалиникум, является верхней границей распространения стеногалинных пресноводных видов. В Аральском море ей соответствует диапазон солёности 0.5–3‰ (Plotnikov, Aladin, 2011; Аладин, Плотников, 2013).

В прошлом Н.З. Хусаинова (1958) при исследовании состава фауны култуков восточного побережья Арала обратила внимание на тот факт, что этот состав менялся скачкообразно при превышении определенных величин солёности. Она указала на существование двух барьеров. Первым барьером была солёность 12–16‰, в границы которой попадает верхний предел первой барьерной солёности, или α -хорогалиникума. Вторым барьером оказалась солёность воды от 23–25‰ и до около 32‰. В этот диапазон солёностей укладывается вторая барьерная солёность, или β -хорогалиникум.

В гидросфере Земли прослеживаются 4 области: пресноводная, солоноватоводная, морская и гипергалинная. Между этими четырьмя основными областями существуют 3

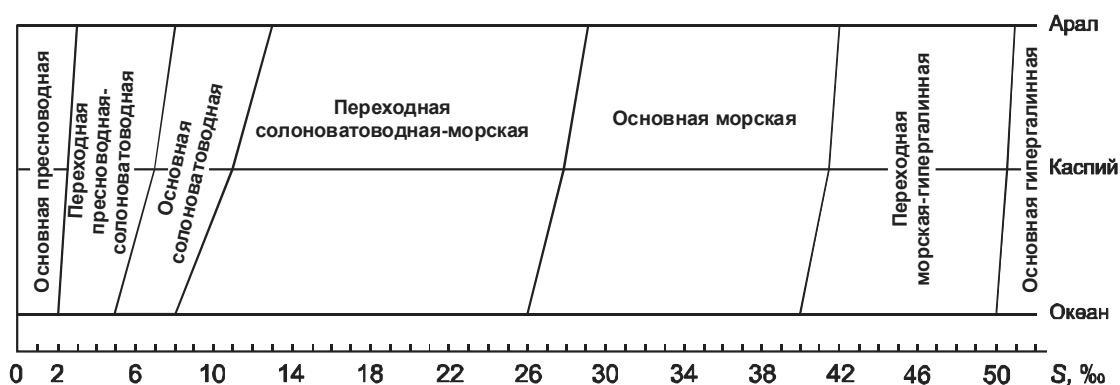


Рис. 3.3. Солёностные зоны гидросферы и их границы.

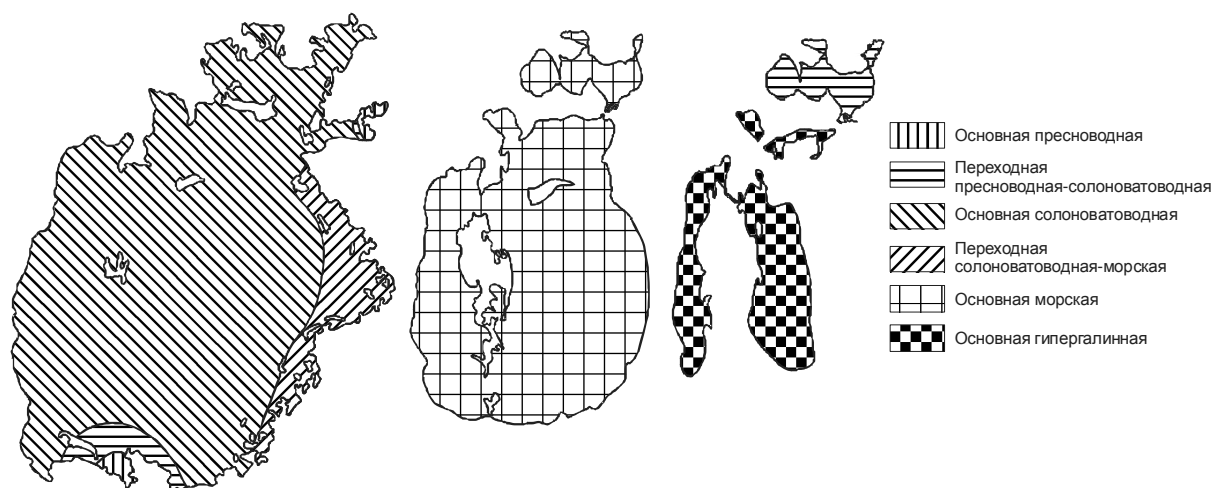


Рис. 3.4. Соленостные зоны в Аральском море в 1960, 1989 и 2013 гг.

переходные зоны. Согласно основным принципам концепции относительности и множественности зон барьерных соленостей (Аладин, 1988) были предложены следующие приблизительные границы основных и промежуточных соленостных зон (рис. 3.3) не только для океанических (талассных) вод, но и для континентальных (аталассных) на примере Каспийского и Аральского морей. Границы между этими соленостными зонами располагаются в пределах рассмотренных барьерных соленостей (Plotnikov, Aladin, 2011; Аладин, Плотников, 2013).

Можно видеть, что основная солонатоводная зона приходится на диапазон соленостей, соответствующий критической солености.

Исходно в Аральском море были выражены все 4 барьерные солености и представлены соленостные зоны (рис. 3.4) от пресноводной до переходной солонатоводной-морской. Морская, переходная морская-гипергалинная и гипергалинная зоны занимали незначительную площадь: они были представлены только в соленостных градиентах култуков восточного побережья и Акпеткинского архипелага (Plotnikov, Aladin, 2011; Аладин, Плотников, 2013).

В Арале до начала его современной регрессии солонатоводная зона с соленостью, соответствующей α -хорогалиникуму, занимала примерно 90% от всей площади его акватории.

Благодаря наличию нескольких соленостных зон в фауне свободноживущих водных беспозвоночных Аральского моря могли быть широко представлены пресноводные, солонатоводные, морские виды и галофилы из соленых водоемов аридной зоны.

Зоны с соленостями, соответствующими β -хорогалиникуму и γ -хорогалиникуму, присутствовали в осолоненных районах, а зона с соленостью, соответствующей δ -хорогалиникуму, была выражена только в наиболее сильно опресненных районах перед дельтами Амударьи и Сырдарьи. В сумме эти зоны занимали незначительную долю общей площади Арала.

В ходе осолонения Арала в качестве преобладающей основную солонатоводную зону сменила переходная солонатоводная-морская, которую затем сменила основная морская соленостная зона. В результате падения уровня море разделилось на остаточные водоемы с разными соленостными условиями. К началу 2000-х гг. из имевшихся в Арале трех барьерных соленостей был представлен только α -хорогалиникум, и только в Малом море.

По мере снижения солености Малого Арала, начавшегося после разделения единого водоема и постройки плотины в проливе Берга, сначала преобладающей стала переходная солонатоводная-морская соленостная зона. Затем ее сменила основная

солонатоводная соленостная зона. В результате продолжающегося распреснения в настоящее время здесь преобладает уже переходная пресноводная-солонатоводная соленостная зона.

В продолжавшем осолоняться Большом Арале основную морскую соленостную зону последовательно сменили переходная морская-гипергалинная и основная гипергалинная соленостные зоны.

В фауне свободноживущих беспозвоночных Аральского моря были представлены (и в настоящее время присутствуют) гидробионты с различными типами осморегуляции. В ней исходно преобладали (и в настоящее время преобладают) гидробионты, обладающие или активной осморегуляцией, или широкой изоосмией.

До начала современной регрессии и осолонения Арал был солонатоводным водоемом, и в его аборигенной фауне были представлены следующие группы имеющих внутреннюю среду свободноживущих беспозвоночных:

- 1) осмоконформеры III порядка;
- 2) конфогиперосмотики I порядка;
- 3) конфогиперосмотики II порядка;
- 4) гиперосмотики I порядка;
- 5) гиперосмотики II порядка;
- 6) гиперосмотики III порядка;
- 7) амфиосмотики I порядка;
- 8) амфиосмотики IV порядка;

В ней фактически отсутствовали только типичные морские и стеногалинные морские организмы – осмоконформеры I–II порядков, а также амфиосмотики II–III порядков и гипоосмотики – эвригалинные гидробионты пресноводного происхождения.

АБОРИГЕННАЯ ФАУНА СВОБОДНОЖИВУЩИХ БЕСПОЗВОНОЧНЫХ АРАЛЬСКОГО МОРЯ

Фауна свободноживущих беспозвоночных Аральского моря до начала XX века оставалась практически неизученной. К этому времени из состава всей его фауны были известны только 30 видов, главным образом – рыбы, а из числа беспозвоночных – только более-менее крупные их представители – несколько видов моллюсков и один вид бокоплавов (Берг, 1908; Яблонская, 1974).

После экспедиции Л.С. Берга в составе фауны Аральского моря стали известны уже как минимум 45 видов и подвидов свободноживущих беспозвоночных: Protozoa – 13, Rotatoria – 13, Copepoda – 12–13 (паразиты рыб, представленные в планктоне своими свободноживущими стадиями – 1, Calanoida – 1, Cyclopoida – 3, Harpacticoida – 5 и еще 2–3 неназванных вида), Cladocera – 10, Amphipoda – 1, Chironomidae – 1, Mollusca – 8, а также Ostracoda и Hydracarina (Зернов, 1903; Минкевич, 1903; Мейснер, 1908; Ostenfeld, 1908; Kiaer, 1907; Берг, 1908).

Следующая сводка по видовому составу фауны свободноживущих беспозвоночных Арала появилась уже только в 1930-е годы (Бенинг, 1934, 1935). Всего А.Л. Бенингом было указано 60 видов, из них 58 видов Metazoa. Используя эти данные и данные других авторов Л.А. Зенкевич (1963) в своей монографии, посвященной морям СССР, указал для Аральского моря 24 формы планктонных и 50 форм донных беспозвоночных. Все эти списки видов беспозвоночных Арала были все еще очень неполными, т. к. не проводилось специальных фаунистических исследований целого ряда систематических групп. Например, оставался в значительной степени невыясненным видовой состав аральских фаун простейших, коловраток и хирономид. Кроме этого, существовала настоятельная необходимость ревизии ряда важнейших групп беспозвоночных фауны Арала, в первую очередь червей, моллюсков, ракообразных и коловраток, не только по причине недостаточной их изученности, но и в связи с изменениями в систематике этих групп в целом (Яблонская, 1974).

Последней и самой полной сводкой по фауне беспозвоночных Арала стал «Атлас беспозвоночных Аральского моря» (1974). В этом издании был сконцентрирован и обобщен большой объем данных, полученных за все время изучения данного водоема, в особенности в результате новых фаунистических исследований, выполненных в 1960-е годы. Всего в этот «Атлас ...» вошли 195 видов и подвидов свободноживущих беспозвоночных (в том числе протистов – фораминифер и инфузорий), как аборигенов, так и добавившихся к тому времени вселенцев. Больше всего пополнились списки видов таких групп, как Foraminifera, Rotifera, Oligochaeta, Ostracoda, Harpacticoida, Chironomidae и Hydracarina. Следует также отметить, что в «Атласе ...» были учтены только постоянные обитатели открытого моря и предустьевых районов перед дельтами рек Сырдарьи и Амударьи и не вошли многие чисто пресноводные виды, которые вместе с речными водами выносятся из этих дельт в море (Яблонская, 1974).

Из состава аборигенной фауны беспозвоночных Аральского моря наибольшим числом видов в «Атласе ...» представлены Rotatoria – 55 (в том числе 7, встречаемых только в оз. Судочье) видов* и Crustacea – 56 видов (в их числе Cladocera – 14, Copepoda – 30, Ostracoda – 11, Malacostraca – 1). За ними следуют личинки Chironomidae – 18 видов и 2 вида Trichoptera; ресничные черви (Acoela, Rhabditophora и Turbellaria) – 12 видов; Foraminifera – 11 видов; Mollusca и Oligochaeta – по 10 видов. Для остальных групп

* В «Атлас» не были включены коловратки отряда Bdelloidea (по причине сложности их исследования), и 30 видов коловраток, найденных Т.А. Картуновой в прибрежье Арала (Кутикова, 1974).

(Ciliophora, Cnidaria, Nematoda, Bryozoa) даны только несколько видов, или даже один вид (Атлас ..., 1974).

Тем не менее вошедшие в данный «Атлас ...» сведения по видовому составу фауны беспозвоночных Аральского моря вряд ли можно считать вполне исчерпывающими. Если коловратки, ракообразные и моллюски, а также, по-видимому, фораминиферы и ресничные черви представлены достаточно полно, то некоторые группы беспозвоночных в фауне Арала могли так и остаться исследованными в недостаточной степени или даже совсем неизученными.

4.1. Состав фауны

Аборигенная фауна свободноживущих беспозвоночных Аральского моря в сравнении с фауной самого крупного континентального соленого водоема – Каспийского моря – отличалась своей бедностью. Это относится не только к общему числу видов. В Арале отсутствовал целый ряд таксонов беспозвоночных, представленных в аборигенной фауне Каспия. Отсутствовали губки (Porifera) при наличии в Каспии одного их вида и представленные в Каспии 5 видами многощетинковые черви (Polychaeta). Из высших ракообразных (Malacostraca) полностью отсутствовали представители таких отрядов, как мизиды (Mysida), кумовые (Cumacea), равноногие (Isopoda) и десятиногие (Decapoda) (Атлас ..., 1974), тогда как в аборигенной фауне Каспия в этих группах соответственно насчитывается 5, 22, 18, 2 и 2 вида (Атлас ..., 1968; Определитель ..., 2013).

Из числа обитающих в Каспии ветвистоусых ракообразных (Cladocera) отряда Onychopoda в Арале отсутствовали рода *Apagis*, *Cornigerius*, *Caspievadne*, а род *Cercopagis* был представлен только одним видом. Среди веслоногих ракообразных (Copepoda) из отряда Calanoida не было представителей семейств Centropagidae и Temoridae. Если в фауне Каспия известны 98 видов высших ракообразных отряда Amphipoda, то в Арале обитал только один вид бокоплавов (Атлас ..., 1968; Атлас ..., 1974).

Крайне бедной является и аборигенная малакофауна Аральского моря. Здесь из числа двустворчатых моллюсков (Bivalvia) семейства Cardiidae обитали только 5 видов, тогда как в Каспии их насчитывается 24 вида. Среди брюхоногих моллюсков (Gastropoda) в Арале полностью отсутствовали такие рода, как *Pyrgula* (в Каспии 38 видов), *Turricaspia* (в Каспии 21 вид), *Caspia* (в Каспии 5 видов), *Andrusovia* (в Каспии 4 вида), *Pseudoamnicola* (в Каспии 4 вида) и *Tenellia* (в Каспии 1 вид) (Атлас ..., 1968; Атлас ..., 1974; Определитель ..., 2013).

По своему происхождению аборигенная фауна свободноживущих беспозвоночных Аральского моря была гетерогенной. По подсчетам Е.А. Яблонской (1974) 78% видов составляли обитатели пресноводных и солоноватоводных континентальных водоемов, большинство которых имеет палеарктическое, голарктическое или даже всесветное распространение, 17% – солоноватоводные каспийские виды (представители каспийской фауны) и только 5% – морские средиземноморско-атлантические виды. Таким образом, в фауне Арала преобладали виды пресноводного происхождения.

Несмотря на изоляцию Аральского моря от других водных бассейнов, эндемизм его фауны из-за молодости этого водоема (Аладин, Плотников, 1995; Boomer et al., 2000), возраст которого не превышает нескольких десятков тысяч лет, очень незначительный. На видовом уровне аральскими эндемиками считаются только 3 вида ракообразных из Harpacticoida – *Schizopera aralensis* Borutzky, *S. reducta* Borutzky и *Enhydrosoma birsteini* Borutzky (Боруцкий, 1974). Возможно, что 3 вида ресничных червей – *Kirgisella forcipata* Beklemishev, *Gieysztoria bergi* (Beklemishev), *Phonorhynchoides flagellatus* Beklemishev – тоже эндемики (Мамкаев, 1974) Арала.

Наибольшее видовое разнообразие зоопланктона Аральского моря наблюдалось в сильно опресненных районах. По мере продвижения к открытой части моря с ее «нормальной» (10.3‰) соленостью его видовой состав становился существенно беднее.

По отношению к солености Н.И. Андреев (1989) выделял в зоопланктоне моря три группы видов:

- 1) обитатели открытой части моря;
- 2) обитатели преимущественно пресных вод, выдерживающие небольшое осолонение и встречающиеся в Арале в основном в прибрежье в районах с пониженной соленостью;
- 3) разнообразные пресноводные формы, выносимые в Аральское море реками Амударьей и Сырдарьей, распространение которых ограничено сильно опресненными придельтовыми акваториями.

Первая из этих групп составляла основу зоопланктона Аральского моря. Она включала в себя 20 видов коловраток, широко распространенных (в том числе и всесветно) в пресных, солоноватых и морских водах (Кутикова, 1970), 7 видов ветвистоусых и 22 вида веслоногих ракообразных (Андреев, 1989). Но только немногие из них были массовыми видами.

В донной фауне моря были представлены и пресноводные, и каспийские солоноватоводные, и морские виды беспозвоночных.

4.2. Виды беспозвоночных в составе аборигенной фауны Арала

4.2.1. Простейшие (Protozoa)

4.2.1.1. Солнечники (Heliozoa)

К. Остенфельдом (Ostenfeld, 1908) сообщалось о находке в Арале солнечников *Lithocola* sp., *Orbulinella smaragdea* Entz и *Elaster* sp. Других сведений об этих простейших в фауне моря нет. В «Атласе ...» (1974) они не упоминаются.

4.2.1.2. Раковинные корненожки (Tubulinea)

Тип AMOEBOZOA

Класс Tubulinea

Отряд Arcellinida

Семейство ARCELLIDAE

***Arcella vulgaris* Ehrenberg, 1832**

Для фауны Аральского моря этот вид раковинных амёб указан Л.С. Бергом (1908). В «Атласе ...» (1974) он не упоминается. Распространение – космополит, обитатель пресных вод.

Семейство DIFFLUGIIDAE

***Diffugia* sp.**

Для фауны Аральского моря этот вид раковинных амёб указан Л.С. Бергом (1908). В «Атласе ...» (1974) он не упоминается. Распространение – космополит, обитатель пресных вод.

4.2.1.3. Фораминиферы (Foraminifera)

Фауна фораминифер Аральского моря (Майер, 1974а, 1974б, 1974в) представляла собой обедненную каспийскую фауну, состоявшую из общих для Арала и Каспия видов и подвидов, которые, за исключением *Milliamina fusca* (Brady), *Birsteiniolla macrostoma*

Yankovskaya & Mikhalevich, *Trichohyalus aguayoi* (Bermudez) и *Mayerella brotzkajae* (Mayer), являются эндемиками этих двух соленых континентальных водоемов.

Образ жизни всех этих фораминифер – донный. Соленостные толерантные диапазоны всех видов и подвидов этой фауны неизвестны. Осморегуляторные способности – осморегуляция на клеточном уровне.

После работ Е.М. Майер (1974а, 1974б, 1974в) специальных исследований фауны фораминифер Арала более не проводилось. В 1996 г. в Большом и Малом море при исследовании зоопланктона попутно были найдены 5 видов из числа уже известных и ранее здесь не отмечавшийся *Discorinopsis aguayoi* (Bermudez) (Stuge et al., 1998). Два вида – *Elphidium striatopunctatum* (Fichtel & Moll) и *Valvulineria araucana* (d'Orbigny) – указаны только Л.С. Бергом (1908). Возможно, что это определение является ошибочным.

Нельзя исключить, что до настоящего времени в фауне Малого моря могли сохраниться все известные для Арала виды фораминифер. По данным В.О. Мокиевского (Mokievsky, 2009; Mokievsky, Miljutina, 2011) фораминиферы все еще обитают при солености порядка 100‰ в Большом Арале, превратившемся в гипергалинный водоем.

Тип FORAMINIFERA
Класс Polythalamia
Отряд Astrorhizida
Семейство SACCAMMINIDAE

***Ovammmina leptoderma* Mayer, 1972**

Распространение – южный Каспий и Арал (Майер, 1974а).

Отряд Lituolida
Семейство DISCAMMINIDAE

***Ammoscalaria verae* (Mayer, 1968)**

Распространение – северный Каспий и Арал (Майер, 1974а).

Семейство RZEHAKINIDAE

***Milliammina fusca* (Brady, 1870)**

Распространение – литораль морей теплых и умеренных зон северного и южного полушарий (Майер, 1974а, 1974в).

***Birsteiniolla macrostoma* Yankovskaya & Mikhalevich, 1972**

Распространение – южный Каспий, Арал, оз. Иссык-Куль, солоноватое озеро в пещере Каптар-Хана и, вероятно, грунтовые воды Сахары (Майер, 1974а, 1974б, 1974в). Этот вид фораминифер в настоящее время сохраняется в фауне гипергалинного Большого Арала (Mokievsky, Miljutina, 2011).

Семейство ATAXOPHRAGMIIDAE

***Gaudryinella perexilis* Mayer, 1969**

Распространение – северный Каспий и Арал (Майер, 1974а, 1974в).

Отряд Rotaliida
Семейство TRICHOHYALIDAE

***Discorinopsis aguayoi* (Bermúdez, 1935)**

Синоним: *Trichohyalus aguayoi* (Bermudez, 1935)

Распространение – Мексиканский залив, Карибское море, литоральные озера и лагуны Черного моря, северный Каспий и Арал. Морской вид (Майер, 1974а, 1974в; <http://www.marinespecies.org>). Этот вид фораминифер был отмечен в 1996 г. (Stuge et al., 1998) в Малом Арале.

Семейство GAVELINELLIDAE

***Hanzawaia trochospiralis* (Mayer, 1969)**

Синоним: *Florilus trochospiralis* Mayer, 1969.

Распространение – северный Каспий и Арал (Майер, 1974а, 1974в). Этот вид фораминифер был встречен в 1996 г. (Stuge et al., 1998) в Малом Арале.

Семейство ROTALIIDAE

***Ammonia beccarii caspica* Stschedrina, 1968**

Синоним: *Rotalia beccarii* (Linnaeus, 1758).

Распространение – северный Каспий и Арал. Эндемичный подвид широко распространенного морского вида (<http://www.marinespecies.org>) *A. beccarii* (Linnaeus) (Майер, 1974а, 1974в). Этот вид фораминифер был отмечен в 1990–1991 гг. в Большом Арале (Филиппов, 1993) и в 1996 г. (Stuge et al., 1998) в Большом и Малом Арале.

Семейство ELPHIDIIDAE

***Elphidium shochinae* Mayer, 1968**

Распространение – северный Каспий и Арал (Майер, 1974а, 1974в). Найден в 1996 г. (Stuge et al., 1998) в Большом и Малом Арале.

***Elphidium littorale caspicum* Mayer, 1968**

Распространение – северный Каспий и Арал. Эндемичный подвид обитающего в соленоватых лагунах побережья Средиземного моря *E. littorale* Le Calvez et Le Calvez, 1951 (Майер, 1974а, 1974в).

***Elphidium striatopunctatum* (Fichtel et Moll, 1798)**

Синоним: *Polystomella striatopunctata* (Fichtel et Moll, 1798).

Для фауны Аральского моря этот вид фораминифер указан только Л.С. Бергом (1908) и в списках Е.М. Майер (1974а, 1974в) он отсутствует. Распространение – широко распространенный морской вид (<http://www.marinespecies.org>).

***Mayerella brotzkajae* (Mayer, 1968)**

Синоним: *Elphidiella brotzkajae* Mayer, 1968.

Распространение – северный Каспий, Арал, оз. Иссык-Куль (Майер, 1974а, 1974в). Этот вид фораминифер был найден в 1990–1991 гг. в Большом Арале (Филиппов, 1993), а в 1996 г. (Stuge et al., 1998) в Большом и Малом Арале.

Семейство CANCRISIDAE

***Valvulineria araucana* (d'Orbigny, 1839)**

Синонимы: *Rosalina araucana* d'Orbigny, 1839, *Discorbinella araucana* (d'Orbigny, 1839), *Discorbis araucana* (d'Orbigny, 1839)

Для фауны Аральского моря этот вид фораминифер указан только Л.С. Бергом (1908) но в списках Е.М. Майер (1974а, 1974в) он отсутствует. Распространение – широко распространенный морской вид (<http://www.marinespecies.org>).

Отряд Miliolida
Семейство CORNUSPIRIDAE

***Cornuspira* sp.**

В списках Е.М. Майер (1974а, 1974в) этот вид фораминифер отсутствует. В Арале он был впервые найден в 1996 г. (Stuge et al., 1998) в Малом море.

4.2.1.3. Инфузории (Ciliophora)

Инфузории Арала были и до сих пор остаются одним из наименее изученных компонентов фауны Арала.

Тип CILIOPHORA
Класс Spirotrichea
Отряд Tintinnida
Семейство CODONELLIDAE

Образ жизни инфузорий этого семейства – в планктоне; обитают в хитиноидном домике (раковинке), покрытом мелкими частицами песка или детрита. Осморегуляторные способности – осморегуляция на уровне клетки. Соленостные толерантные диапазоны представленных в фауне Аральского моря видов неизвестны.

***Codonella relict*a Minkiewicz, 1905**

В «Атласе ...» (1974) этот вид инфузорий был переопределен как *Tintinnopsis meuneri*. По мнению А.О. Смурова (1995), несмотря на то, что в начале 1990-х гг. в Арале этот вид найден не был, нет достаточных оснований сомневаться в том, что он действительно обитал там до начала осолонения.

Распространение – морской (<http://www.marinespecies.org>) широко распространенный вид.

***Tintinnopsis meuneri* Kofoid et Campbell, 1929**

Для Аральского моря этот вид инфузорий упоминается только в «Атласе ...» (1974), где, по мнению А.О. Смурова (1995), под этим названием был переопределен указанный в прошлом (Зернов, 1903; Минкевич, 1903; Мейснер, 1906; Ostenfeld, 1908) другой вид – *Codonella relict*a.

Распространение – широко распространенный морской вид (<http://eol.org>).

***Tintinnopsis cylindrata* Kofoid et Campbell, 1892**

По мнению А.О. Смурова (1995) под этим названием в «Атласе ...» (1974), по-видимому, был переопределен другой вид инфузорий – *Tintinnidium pusillum*.

Распространение – различные озера и Каспийское море. Пресноводный вид (Атлас ..., 1974).

***Tintinnopsis tubulosa* Levander, 1900**

Распространение – морской вид (<http://www.marinespecies.org>). В настоящее время данных о наличии или отсутствии этого вида инфузорий в снизившем соленость Малом Арале нет. В гипергалинном Большом Арале этот вид не найден.

Семейство METACYLIDIDAE

Образ жизни инфузорий этого семейства – в планктоне; они обитают в хитиноидном домике (раковинке), покрытом мелкими частицами песка или детрита. Осморегуляторные способности – осморегуляция на уровне клетки. Соленостные толерантные диапазоны представленных в фауне Аральского моря видов неизвестны.

***Metacylis mediterranea* var. *pontica* Jorgensen, 1924**

В «Атласе ...» (1974) этот вид инфузорий не упоминается. Впервые он был найден в Арале А.О. Смуровым (1995) в 1992–1993 гг.

Распространение – морской вид (<http://www.marinespecies.org>). В начале 1990-х гг. этот вид встречался по всему Малому Аралу, кроме его наиболее опресненного района у устья Сырдарьи (Смуров, 1995; Ротарь, Королева, 1992). Данных о наличии или отсутствии этого вида в настоящее время в снизившем соленость Малом Арале нет. Эта инфузория найдена в 1996 г. (Stuge et al., 1998) в Большом Арале. В современном гипергалинном Большом Арале этот вид не обнаружен.

Семейство TINTINNIDIIDAE

Образ жизни инфузорий этого семейства – в планктоне; они обитают в хитиноидном домике (раковинке), покрытом мелкими частицами песка или детрита. Осморегуляторные способности – осморегуляция на уровне клетки. Соленостные толерантные диапазоны представленных в фауне Аральского моря видов неизвестны.

***Tintinnidium fluviatile* Stein, 1883**

В «Атласе ...» (1974) этот вид инфузорий не упоминается. Впервые он был указан для Арала А.Л. Бенингом (1934).

Распространение – пресноводный вид (Foissner, Wilbert, 1979). В 1990-х гг. этот вид встречался только в наиболее опресненных районах Арала (у устья Сырдарьи) (Смуров, 1995). Хотя новых данных о его наличии в настоящее время в Малом море и нет, этот вид, очевидно, должен быть там представлен по-прежнему. В современном гипергалинном Большом Арале этот вид отсутствует.

***Tintinnidium pusillum* Entz, 1909**

В «Атласе ...» (1974) этот вид инфузорий не упоминается. Для Арала он указан только А.Л. Бенингом (1935). По мнению А.О. Смурова (1995) это определение, как и само наличие этого вида в Арале, сомнительно, и в «Атласе ...» (1974) этот вид, по-видимому, был переопределен как *Tintinnopsis cylindrata*.

Распространение – пресноводный вид (Foissner, Wilbert, 1979).

Класс Heterotrichea

Отряд Heterotrichida

Семейство CONDYLOSTOMATIDAE

***Condylostoma patens* O.F. Müller, 1786**

В «Атласе ...» (1974) этот вид инфузорий не упоминается. Единственная находка этого вида инфузорий в Аральском море была сделана В.Н. Беклемишевым (1922, 1923).

Распространение – морской вид (<http://www.marinespecies.org>). Образ жизни – донный. Соленостный толерантный диапазон этого вида неизвестен. Сведений о наличии этого вида в Малом Арале в настоящее время нет, т.к. необходимых исследований не проводилось. В превратившемся в гипергалинный водоем Большом Арале он не найден.

Класс Oligohymenophorea
Отряд Sessilida
Семейство VORTICELLIDAE

***Vorticella* sp.**

Эти инфузории ведут неподвижный образ жизни, прикрепляясь с помощью ножки или стебелька к неподвижным предметам. Для фауны Аральского моря указаны Л.С. Бергом (1908). В «Атласе ...» (1974) не упоминаются. Распространение – широко распространенные обитатели пресных вод.

Семейство VAGINICOLIDAE

***Cothurnia* sp.**

Эти инфузории ведут неподвижный образ жизни, прикрепляясь с помощью ножки или стебелька к неподвижным предметам. Для фауны Аральского моря указаны Л.С. Бергом (1908). В «Атласе ...» (1974) не упоминаются. Распространение – широко распространенные обитатели пресных вод.

Класс Phyllopharyngea
Отряд Endogenida
Семейство TOKOPHRYIDAE

***Tokophrya* sp.**

Эти инфузории ведут неподвижный образ жизни, прикрепляясь с помощью ножки или стебелька к неподвижным предметам. Для фауны Аральского моря указаны Л.С. Бергом (1908). В «Атласе ...» (1974) не упоминаются. Распространение – широко распространенные обитатели пресных вод.

Семейство ACINETIDAE

***Acineta* sp.**

Эти инфузории ведут неподвижный образ жизни, прикрепляясь с помощью ножки или стебелька к неподвижным предметам. Для фауны Аральского моря указаны Л.С. Бергом (1908). В «Атласе ...» (1974) не упоминаются. Распространение – широко распространенные обитатели пресных вод.

4.2.2. Стрекающие (Cnidaria)

Для фауны Арала известен, по-видимому, по единичной находке только один вид – *Protohydra leuckarti* Greef (Атлас ..., 1974).

Тип CNIDARIA
Класс Hydrozoa
Отряд Anthoathecatae
Семейство PROTOHYDRIDAE

***Protohydra leuckarti* Greef, 1970**

Распространение – солоноватоводный вид, встречается в солоноватых водах бассейнов Черного, Азовского, Балтийского, Северного морей и морей Тихого океана (Атлас ..., 1974). Протогибра живет и при более высоких соленостях, в Черном море она найдена при солености 17–8‰ (Сергеева, 2006). Образ жизни – донный; в Аральском море этот вид был обнаружен в интерстициали прибрежных песков (Атлас ..., 1974).

Соленостный толерантный диапазон неизвестен. Осморегуляторные способности – регуляция на клеточном уровне. В настоящее время никаких сведений о наличии или отсутствии данного вида в Аральском море нет.

4.2.3. Ресничные черви (Acoelomorpha и Platyhelminthes)

Из 12 известных для Арала видов ресничных червей наиболее часто встречавшимися были только два (Мамкаев, 1974): широко распространенный в Атлантике и Каспии морской вид *Macrostomum hystricinum* Beklemishev и обычный в пресных и солоноватых водоемах *Gyratrix hermaphroditus* Ehrenberg. После публикации «Атласа ...» (1974) фауна ресничных червей, сбор которых требует специальных методов, и, соответственно, возможные изменения ее видового состава при дальнейшем увеличении солености моря, больше не изучались.

Ресничные черви являются «пойкилоосмотиками» без внутренней среды и осмотическая регуляция у них осуществляется на клеточном уровне (Хлебович, 1974).

Тип ACOELOMORPHA

Отряд Acoela

Семейство MECYNOSTOMIDAE

***Archaphanostoma agile* (Jensen, 1878)**

Синонимы: *Haplodiscus agilis* Beklemishev, 1927; *Mecynostomum agile* (Beklemishev, 1927).

Распространение – Атлантика, Средиземное море, Понто-Арало-Каспий. Морской вид (<http://www.marinespecies.org>). Образ жизни – донный, в песке и в зарослях водных растений (Мамкаев, 1974). В превратившемся в гипергалинный водоем Большом Аральском море эта бескишечная турбеллярия была найдена при солености выше 90‰ (Аладин, Плотников, 2008; Плотников, 2013). Таким образом, это – широко эвригалинный вид, способный жить в очень широком диапазоне соленостей. Его соленостный толерантный диапазон точно неизвестен, но, во всяком случае, он не уже, чем 10–90‰. Из этих неполных данных по соленостной толерантности следует, что данный вид ресничных червей сохраняется в фауне обеих частей Арала.

Тип PLATYHELMINTHES

Класс Rhabditophora

Отряд Macrostomida

Семейство MACROSTOMIDAE

***Macrostomum hystricinum* Beklemishev, 1927**

Синоним: *Macrostomum appendiculatum* Beklemishev, 1927.

Распространение – Атлантика, Средиземное море, Понто-Арало-Каспий. Морской вид (<http://www.marinespecies.org>). Образ жизни – донный, в песчаном грунте и в зарослях водных растений (Мамкаев, 1974). Соленостный толерантный диапазон неизвестен. Нельзя исключить, что данный вид сохранился в Малом Арале, а из фауны превратившегося в гипергалинный водоем Большого моря он мог выпасть.

***Macrostomum minutum* (Luther, 1947)**

Синонимы: *Macrostomum minimum* (Luther, 1947), *Macrostomum tuba minuta* Luther, 1947.

Распространение – морской вид; кроме Аральского моря, обитает в Балтийском море и других морских водах Европы (<http://www.marinespecies.org>). Образ жизни – донный, в Арале встречен (Мамкаев, 1974) в песчаном грунте. Соленостный толерантный

диапазон неизвестен. Нельзя исключить, что данный вид сохранился в Малом Арале, а из фауны превратившегося в гипергалинный водоем Большого моря он мог выпасть.

Отряд Seriata
Семейство MONOCELIDIDAE

***Promonotus orientalis* Beklemishev, 1927**

Синоним: *Monocelis orientalis* Beklemishev, 1922.

Распространение – найден только в Аральском море; морской вид (<http://www.marinespecies.org>). Не исключено, что этот вид может обитать и в Каспийском море (Мамкаев, 1974). Возможно, что он является аралокаспийским эндемиком. Образ жизни – донный; в Арале был найден (Беклемишев, 1922) в песчаном грунте при солености 10‰. Соленостный толерантный диапазон неизвестен. Нельзя исключить, что данный вид сохранился в Малом Арале, а из фауны превратившегося в гипергалинный водоем Большого моря он мог выпасть.

Класс Turbellaria
Отряд Neorhabdocoela
Семейство PROVORTICIDAE

***Kirgisella forcipata* Beklemishev, 1927**

Распространение – морской вид; найден только в Аральском море (Мамкаев, 1974; <http://www.marinespecies.org>). Вероятно, он является аральским эндемиком. Образ жизни – донный, в зарослях водных растений и в песчаном грунте (Мамкаев, 1974). Соленостный толерантный диапазон неизвестен. Нельзя исключить, что данный вид сохранился в Малом Арале, а из фауны превратившегося в гипергалинный водоем Большого моря он мог выпасть.

Семейство DALYELLIDAE

***Gieysztoria bergi* (Beklemishev, 1927)**

Синоним: *Dalyellia bergi* Beklemishev, 1927.

Распространение – морской вид; найден только в Аральском море (<http://www.marinespecies.org>). Вероятно, он является аральским эндемиком. Образ жизни – донный, в зарослях водорослей (Мамкаев, 1974). Соленостный толерантный диапазон неизвестен. Нельзя исключить, что данный вид сохранился в Малом Арале, а из фауны превратившегося в гипергалинный водоем Большого моря он мог выпасть.

Семейство BYRSOPHLEBIDAE

***Byrsophlebs geniculata* Beklemishev, 1927**

Синоним: *Thalassoplanina geniculata* (Beklemishev, 1927).

Распространение – Атлантика, Средиземное и Черное моря. Морской вид (<http://www.marinespecies.org>). Образ жизни – донный, найден в зарослях *Zostera* (Мамкаев, 1974). Соленостный толерантный диапазон неизвестен. Нельзя исключить, что данный вид сохранился в Малом Арале, а из фауны превратившегося в гипергалинный водоем Большого моря он мог выпасть.

Семейство TRIGONOSTOMIDAE

***Beklemisheviella contorta* (Beklemishev, 1927)**

Синоним: *Proxenetes contortus* Beklemishev, 1927.

Распространение – северная Атлантика, Балтийское море. Морской вид (<http://www.marinespecies.org>). Образ жизни – донный, на водных растениях (Мамкаев, 1974). Соленостный толерантный диапазон неизвестен. Нельзя исключить, что данный вид сохранился в Малом Арале, а из фауны превратившегося в гипергалинный водоем Большого моря он мог выпасть.

***Phonorhynchoides flagellatus* Beklemischev, 1927**

Распространение – Черное море, Аральское море. Морские и солоноватые воды (<http://www.marinespecies.org>). Образ жизни – донный, среди водной растительности (Мамкаев, 1974). Соленостный толерантный диапазон неизвестен. Нельзя исключить, что данный вид сохранился в Малом Арале, а из фауны превратившегося в гипергалинный водоем Большого моря он мог выпасть.

Семейство POLYCYSTIDAE

***Gyratrix hermaphroditus* Ehrenberg, 1831**

Синоним: *Gyrator hermaphroditus* Ehrenberg, 1835.

Распространение – широко распространенный в морских, пресных и солоноватых водах вид (<http://www.marinespecies.org>). В Арале был массовым видом (Мамкаев, 1974). Образ жизни – донный, на водорослях и в песке (Мамкаев, 1974). Соленостный толерантный диапазон неизвестен. Нельзя исключить, что данный вид сохранился в Малом Арале, а из фауны превратившегося в гипергалинный водоем Большого моря он мог выпасть.

Семейство KOINOCYSTIDAE

***Pontaralia relict* (Beklemischev, 1927)**

Синоним: *Acrorhynchus relictus* Beklemischev, 1922.

Распространение – Черное, Каспийское и Аральское моря. Морской вид (<http://www.marinespecies.org>). Образ жизни – донный, среди водной растительности (Мамкаев, 1974). Соленостный толерантный диапазон неизвестен. Нельзя исключить, что данный вид сохранился в Малом Арале, а из фауны превратившегося в гипергалинный водоем Большого моря он мог выпасть.

Семейство PLACORHYNCHIDAE

***Placorhynchus octaculeatus* ssp. *dimorphis* Karling, 1947**

Синоним: *Placorhynchus dimorphis* (Karling, 1947).

Распространение – морской вид, морские и пресные воды Европы (Мамкаев, 1974; <http://www.marinespecies.org>). Образ жизни – донный; в Арале был найден в заиленном песчаном грунте (Мамкаев, 1974). Соленостный толерантный диапазон неизвестен. Нельзя исключить, что данный вид сохранился в Малом Арале, а из фауны превратившегося в гипергалинный водоем Большого моря он мог выпасть.

Семейство POLYCYSTIDIDAE

***Acrorhynchus spongiosus* Beklemischev, 1922**

Был указан для Арала как новый вид В.Н. Беклемишевым (1922), однако это название является *nomen nudum* (<http://www.marinespecies.org>).

4.2.4. Немертины (Nemertea)

Единственная известная находка немертин в Аральском море принадлежит В.Н. Беклемишеву (1922), обнаружившему 1 экз. в пробах, собранных им в 1920 г. в заливе Большой Сарычеганак. В «Атласе ...» (1974), как и в других современных источниках, немертины вообще не упоминаются.

Тип NEMERTEA
Класс Euploia
Отряд Hoplonemertea
Семейство TETRASTEMMATIDAE

***Prostoma* sp.**

Распространение – пресноводная форма. Образ жизни – донный, в грунте; хищник. Соленостный толерантный диапазон неизвестен. Осморегуляторные способности не изучены, но возможно, что эта немертина способна к гиперосмотической осморегуляции при низких соленостях.

4.2.5. Круглые черви (Nematoda)

Из всех 10 форм нематод, ранее найденных в Аральском море В.Н. Беклемишевым (1922) и А.Л. Бенингом (1934, 1935), в «Атлас ...» (1974) по неизвестной причине вошел только один вид – *Adoncholaimus aralensis* Filipjev.

Образ жизни – донный, в грунте. Соленостные толерантные диапазоны почти всех видов нематод фауны Арала неизвестны. Их осморегуляторные способности не исследовали. В настоящее время нематоды по-прежнему представлены в фауне, как Малого Аральского моря, так и Большого Арала (Филиппов и др., 1993; Stuge et al., 1998; Mokievsky, 2009; Mokievsky, Miljutina, 2011).

К сожалению, современный видовой состав фауны нематод в Малом море все еще остается неисследованным. Вполне вероятно, что там могут присутствовать все известные для Арала их виды.

В гипергалинном Большом Арале к настоящему времени найдено 12 форм нематод (Mokievsky, Miljutina, 2011), почти все из которых были определены только до рода. Все они указаны для Аральского моря впервые. Из-за крайне слабой изученности фауны нематод, существовавшей в Арале до начала его осолонения, невозможно с определенностью сказать, являются эти 12 форм аборигенами, или же они вселились при осолонении моря.

Тип NEMATODA
Класс Adenophorea
Отряд Euploida
Семейство ONCHOLAIMIDAE

***Adoncholaimus aralensis* Filipjev, 1923**

Найден в Аральском море в 1920 г. В.Н. Беклемишевым (1922). Единственный вид нематод, включенный в «Атлас ...» (1974). Распространение – морской вид (<http://www.marinespecies.org>), который также обитает в солоноватых и пресных водах (Гагарин, 1993а, 1993б, 2001). Хищник.

***Oncholaimus* sp.**

Найден в Аральском море в 1920 г. В.Н. Беклемишевым (1922), но в «Атласе ...» (1974) представители этого рода не упоминаются. Распространение – морской вид. Хищник.

Семейство THORACOSTOMOPSIDAE

***Enoplolaimus* sp.**

В Арале найден (Mokievsky, Miljutina, 2011) в гипергалинном Большом море.

Отряд Araeolaimida
Семейство TRIPYLOIDIDAE

***Tripyloides marinus* (Butschli, 1874)**

Синоним: *Tripyloides demani* Filipjev, 1918.

Этот вид был найден в Арале А.Л. Бенингом (1934), но в «Атласе ...» (1974) он не указан. Распространение – морской вид; Атлантика, Средиземное, Черное моря (<http://www.marinespecies.org>).

Семейство LEPTOLAIMIDAE

***Paraplectonema pedunculatum* (Hofmänner, 1913)**

Синоним: *Paraplectus pedunculatus* (Hofmaner, 1913).

Этот вид был найден в Арале А.Л. Бенингом (1934), но в «Атласе ...» (1974) он не указан. Распространение – пресные и солоноватые воды Палеарктики.

Отряд Chromadorida
Семейство CHROMADORIDAE

***Chromadora aralensis* Levascoff**

Этот вид был указан для Арала только А.Л. Бенингом (1934), но в «Атласе ...» (1974) и других источниках он не упоминается. Распространение – нет данных.

***Chromadorina bioculata* (Schultze in Carus, 1857)**

Синоним: *Prochromadorella bioculata* Loof, 1961.

Этот вид был найден в Арале А.Л. Бенингом (1934), но в «Атласе ...» (1974) он не указан. Распространение – пресноводный вид (Hodda, 2006), водоемы Палеарктики.

***Chromadorina* sp.**

В Арале найден (Mokievsky, Miljutina, 2011) в гипергалинном Большом море.

***Dichromadora* sp.**

Для Арала указан (Mokievsky, Miljutina, 2011) только для гипергалинного Большого моря.

***Hypodontolaimus* sp.**

Для Арала указан (Mokievsky, Miljutina, 2011) только для гипергалинного Большого моря.

Семейство ETHMOLAIMIDAE

***Ethmolaimus multipapillatus* Paramonov, 1926**

Распространение – морской вид, Атлантика, Черное море, также известный и из континентальных вод (<http://www.marinespecies.org>; Цалолихин, 2011). Соленостный толерантный диапазон – нижняя граница неизвестна, в гипергалинных водах живет до 270‰ (Jensen, 1994). Для Арала указан (Mokievsky, Miljutina, 2011) только для гипергалинного Большого моря.

Семейство CYATHOLAIMIDAE

***Paracyatholaimus intermedius* (de Man, 1880)**

Этот вид был найден в Арале А.Л. Бенингом (1934), но в «Атласе ...» (1974) он не указан. Распространение – Атлантика, морской вид (<http://www.marinespecies.org>). Образ жизни – донный, в грунте, хищник.

Отряд Desmodorida

Семейство MICROLAIMIDAE

***Microlaimus* sp.**

Образ жизни – донный, в грунте. Найден (Mokievsky, Miljutina, 2011) в гипергалинном Большом море.

Отряд Monhysterida

Семейство MONHYSTERIDAE

***Monhystrella macrura* (de Man, 1880)**

Синоним: *Monhystera macrura* de Man, 1884.

Распространение – морской (Атлантика) вид. Образ жизни – донный, в грунте.

В «Атласе ...» (1974) этот вид не указан. У А.Л. Бенинга (1935) упоминается *Monhystera micrura* de Man, но такого названия нет в существующих списках. Возможно, что допущена опечатка в видовом названии.

Род *Monhystera* Bastian, 1865

Два вида из этого рода, обозначенные как *Monhystera* sp. 2 и *Monhystera* sp. 3, найдены в гипергалинном Большом Аральском море (Mokievsky, Miljutina, 2011).

***Thalassomonhystera parva* (Bastian, 1865)**

Распространение – широко распространенный (Атлантика) морской вид (<http://www.marinespecies.org>). Для Арала указан (Mokievsky, Miljutina, 2011) только для гипергалинного Большого моря.

Семейство SPHAEROLAIMIDAE

***Sphaerolaimus gracilis* de Man, 1876**

Синоним: *Sphaerolaimus demani* Filipjev, 1922.

Этот вид был найден в Арале А.Л. Бенингом (1934), но в «Атласе ...» (1974) он не указан. Распространение – широко распространенный морской вид (Атлантика, Средиземное, Черное, Аральское моря) (<http://www.marinespecies.org>). Хищник.

Еще два представителя рода *Sphaerolaimus* Bastian, 1865, обозначенные как *Sphaerolaimus* sp. 1 и *Sphaerolaimus* sp. 2, найдены в гипергалинном Большом Аральском море (Mokievsky, Miljutina, 2011).

Отряд Dorylaimida
Семейство DORYLAIMIDAE

***Dorylaimus* sp.**

Найден в Арале в 1920 г. В.Н. Беклемишевым (1922), но в «Атласе ...» (1974) этот вид не указан. Распространение – пресноводный (Hodda, 2006) вид. Хищник.

Отряд Plectida
Семейство LEPTOLAIMIDAE

***Alaimella* sp.**

Распространение – морской вид (<http://www.marinespecies.org>). Для Арала указан (Mokievsky, Miljutina, 2011) только для гипергалинного Большого моря.

4.2.6. *Гастротрихи (Gastrotricha)*

Тип GASTROTRICHA
Отряд Chaetonotida
Семейство CHAETONOTIDAE

***Chaetonotus maximus* Ehrenberg, 1831**

Единственная находка в Аральском море сделана в 1920 г. В.Н. Беклемишевым (1922) в заливе Большой Сарычеганак. Во всех остальных источниках, включая «Атлас ...» (1974), гастротрихи не упоминаются.

Распространение – космополит, населяет пресные и солоноватые воды (<http://www.marinespecies.org>). Образ жизни – донный. Соленостный толерантный диапазон – неизвестен. Осморегуляторные способности не исследовали; возможно, что является осмоконформером. Сведения о наличии данного вида в настоящее время в Аральском море отсутствуют.

4.2.7. *Коловратки (Rotatoria)*

В аборигенной фауне беспозвоночных Аральского моря наибольшим числом видов были представлены коловратки. Все они являются широко распространенными видами и почти все встречаются всесветно. Большинство обитавших в Арале коловраток относится к числу пресноводных и солоноватоводных видов, и только немногие являются обитателями морских вод.

К обитателям открытой части Арала, по данным Н.И. Андреева (1989), принадлежали *Eosphora ehrenbergi* Weber, *Trichocerca marina* (Daday), *Synchaeta neapolitana* Rousselet, *S. cecilia* Rousselet, *S. vorax* Rousselet, *S. gyrina* Hood, *S. tremula* (Müller), *Lecane lamellata* (Daday), *Colurella adriatica* Ehrenberg, *C. colurus* (Ehrenberg), *Brachionus quadridentatus* Hermann, *Br. plicatilis* Müller, *Br. calyciflorus* Pallas, *Keratella cochlearis* (Gosse), *K. quadrata* (Müller), *K. tropica* (Apstein), *Notholca squamula* (Müller), *N. acuminata* (Ehrenberg), *Hexarthra oxyuris* (Zernov) и *Collotheca mutabilis* (Hudson). Среди этой группы коловраток массового развития достигали (Кутикова, 1974) только 4: *S. vorax*, *S. tremula*, *Br. plicatilis* и *K. tropica*.

К постоянным обитателям районов Арала с пониженной соленостью, согласно Н.И. Андрееву (1989), относились *Cephalodella tenuiseta* (Burn), *C. gibba* (Ehrenberg), *Trichocerca caspica* (Tschugunoff), *Synchaeta kitina* Rousselet, *Lindia torulosa* Dujardin, *Encentrum limicola* Otto, *Asplanchna girodi* Guerne, *Lecane plesia* Myers, *L. luna* (Müller), *L. candida* Haring et Myers, *L. signifera ploensis* (Voigt), *L. stenroosi* (Meisner), *L. punctata*

(Murray), *L. bulla* (Gosse), *L. grandis* (Murray), *L. levistyla* (Olofsson), *Trichotria pocillum* (Müller), *Colurella salina* Althaus, *Lepadella patella* (Müller), *L. rhomboides* (Gosse), *Tripleuchlanis plicata* (Levander), *Euchlanis dilatata* Ehrenberg, *Brachionus angularis* Gosse, *Br. urceus* (Linnaeus), *Keratella valga* (Ehrenberg), *Kellicottia longispina* (Kellicott), *Testudinella patina* (Hermann), *Filinia longiseta* (Ehrenberg), *Hexarthra fennica* (Levander).

В число пресноводных форм, выносимых в Аральское море реками и встречающихся только в пределах сильно опресненных придельтовых акваторий, входили, в первую очередь, такие коловратки, как *Brachionus rubens* Ehrenberg, *Colurella obtusa* (Gosse) (Кутикова, 1974) и еще ряд видов.

Осморегуляторные способности почти всех видов коловраток, представленных в фауне Арала, неизвестны. По-видимому, они являются осмоконформерами в гипертонической среде и, возможно, способны к гиперосмотической осморегуляции в гипотонической среде (Miracle, Serra, 1989).

В наших сборах (Плотников, 1995; Аладин, Плотников, 2008; Плотников, 2013) подавляющее большинство известных для Аральского моря видов коловраток не встречалось, т.к. или были редкими, или же к этому времени уже исчезли из-за осолонения.

Тип ROTIFERA
Класс Eurotatoria
Отряд Ploima
Семейство NOTOMMATIDAE

***Eosphora ehrenbergi* Weber, 1918**

Синоним: *Notommata najas* Ehrenberg, 1832.

Распространение – всесветно распространенный вид (Segers, 2007); населяет пресные и солоноватые воды. Образ жизни – в планктоне и среди прибрежной растительности, хищник. В Аральском море этот вид коловраток обитал в опресненном приустьевом пространстве рек, в прибрежье (Кутикова, 1974) и в открытом море (Андреев, 1989).

Соленостный толерантный диапазон неизвестен. После 1981 г. из-за повысившейся солености эта коловратка выпала из фауны моря (Андреев, 1989). После перекрытия пролива Берга плотиной этот вид в 1994 г. вновь был отмечен в Малом Арале благодаря начавшемуся снижению солености (Стуге, 2001; Stuge, Saduakasova, 2005). В превратившемся в гипергалинный водоем Большом Арале его существование невозможно из-за высокой солености.

***Cephalodella tenuiseta* (Burn, 1890)**

В «Атлас ...» (1974) этот вид не включен. Для фауны Аральского моря он указан только Т.А. Картуновой (1978) и был найден ею в районах с пониженной соленостью.

Распространение – всесветно распространенный (Segers, 2007) вид коловраток. Образ жизни – в планктоне. Соленостный толерантный диапазон неизвестен. С осолонением моря этот вид мог выпасть из его фауны. В настоящее время в снизившем соленость Малом Арале этот вид не обнаружен, но не исключена возможность его естественной реинтродукции. В Большом Арале его существование невозможно из-за высокой солености.

***Cephalodella gibba* (Ehrenberg, 1832)**

В «Атлас ...» (1974) этот вид не включен. Для фауны Аральского моря он указан только Т.А. Картуновой (1978) и был найден ею в районах с пониженной соленостью.

Распространение – космополит (Segers, 2007), пресноводный вид. Образ жизни – в планктоне. Соленостный толерантный диапазон неизвестен. С осолонением моря этот вид

должен был выпасть из его фауны. В настоящее время в снизившем соленость Малом Арале не обнаружен, но не исключена возможность его естественной реинтродукции. В Большом Арале его существование невозможно из-за высокой солености.

Семейство TRICHOCERCIDAE

***Trichocerca marina* (Daday, 1890)**

Синоним: *Rattulus marinus* de Beauchamp, 1907.

Для фауны Аральского моря этот вид коловраток указан только А.Л. Бенингом (1935), и в «Атласе ...» (1974) он отсутствует.

Распространение – всеветное, морской вид. Образ жизни – в планктоне. Соленостный толерантный диапазон неизвестен. Данных о наличии этого вида в настоящее время в Малом Аральском море нет. В Большом Арале его существование невозможно из-за высокой солености.

***Trichocerca pusilla* (Lauterborn, 1898)**

Синоним: *Rattulus pusillus* Jennings, 1903.

Распространение – всеветное в пресных и солоноватых водах. В Аральском море эта коловратка была найдена в его опресненной зоне (Муйнакский залив) и в дельте Амударьи. Образ жизни – в планктоне в прибрежье, реже в пелагиали (Кутикова, 1974). Соленостный толерантный диапазон – неизвестен. С осолонением Арала этот вид, вероятно, выпал из его фауны. В настоящее время в снизившем соленость Малом Арале этот вид не обнаружен, но не исключена возможность его естественной реинтродукции. В Большом Арале его существование невозможно из-за высокой солености.

***Trichocerca caspica* (Tschugunoff, 1921)**

Синоним: *Rattulus caspicus* (Tschugunoff, 1921).

Распространение – Каспийское и Аральское моря. В открытой части Арала эта коловратка не была отмечена, но встречалась в его южной части, в зоне с пониженной соленостью. Образ жизни – в планктоне прибрежья, реже в пелагиали (Кутикова, 1974). Соленостный толерантный диапазон неизвестен. С осолонением Арала этот вид мог выпасть из его фауны. В настоящее время в снизившем соленость Малом Арале этот вид не обнаружен, но не исключена возможность его естественной реинтродукции. В Большом Арале его существование невозможно из-за высокой солености.

***Trichocerca porcellus* (Gosse, 1851)**

В «Атласе ...» (1974) он указан только для оз. Судочье.

Распространение – всеветное. По-видимому, пресноводный вид. Эта коловратка была отмечена в опресненной стоком Сырдарьи восточной части Малого Арала в 1994–1998 гг. (Stuge, Saduakasova, 2005). Соленостный толерантный диапазон неизвестен. В Большом Арале существование этой коловратки невозможно из-за высокой солености.

Семейство SYNCHAETIDAE

***Synchaeta vorax* Rousselet, 1902**

Распространение – солоноватые и морские воды Голарктики (Кутикова, 1974; Segers, 2007). Образ жизни – в планктоне, хищник. В Арале обитает в пелагиали и в прибрежье. Соленостный толерантный диапазон – нижняя граница неизвестна, верхняя может лежать в диапазоне 50–70‰. В настоящее время этот вид по-прежнему обычен в Малом Арале. В Большом Арале он отсутствует, т.к. выпал из его фауны во 2-й половине 1990-х гг. (Аладин, Плотников, 2008; Плотников, 2013; Завьялов и др., 2006, 2012) вследствие его осолонения.

***Synchaeta tremula* (Müller, 1786)**

Распространение – всесветное в пресных, солоноватых и морских водах. Образ жизни – в планктоне. В Арале эта коловратка встречалась в пелагиали и прибрежье (Кутикова, 1974; Андреев, 1989). Соленостный толерантный диапазон неизвестен. После 1975 г. этот вид в Аральском море больше не встречался (Андреев, 1989). Сведений о его наличии в последующие годы и в настоящее время в Малом Аральском море нет. В Большом Арале этот вид отсутствует. В настоящее время не исключена возможность естественной реинтродукции этого вида в снизивший свою соленость Малый Арал.

***Synchaeta pectinata* Ehrenberg, 1832**

Распространение – всесветное в пресных и солоноватых водах (Кутикова, 1974; Segers, 2007). Образ жизни – в планктоне. Соленостный толерантный диапазон неизвестен. После 1981 г. из-за повысившейся солености эта коловратка выпала из фауны моря (Андреев, 1989). После перекрытия пролива Берга плотиной, благодаря начавшемуся снижению солености, этот вид в 1998 г. вновь был отмечен в Малом Арале (Стуге, 2001). В гипергалинном Большом Арале она отсутствует. В настоящее время не исключена возможность естественной реинтродукции этого вида в снизивший свою соленость Малый Арал.

***Synchaeta cecilia* Rousselet, 1902**

В «Атласе ...» (1974) этот вид не указан. Впервые он упоминается Н.И. Андреевым (1989) как один из массовых видов в зоопланктоне Аральского моря.

Распространение – вид, широко распространенный в морских и солоноватых водах Палеарктики (<http://www.marinespecies.org>; Segers, 2007). Образ жизни – в планктоне. В Арале встречается в пелагиали и прибрежье. Соленостный толерантный диапазон неизвестен. В настоящее время этот вид по-прежнему обычен в Малом Арале. В Большом Арале он отсутствует, т.к. выпал из его фауны во 2-й половине 1990-х гг. (Аладин, Плотников, 2008; Плотников, 2013; Завьялов и др., 2006, 2012) вследствие его осолонения.

***Synchaeta neapolitana* Rousselet, 1902**

Этот вид коловраток указан для Аральского моря только А.Л. Бенингом (1935). В «Атласе ...» (1974) и у Н.И. Андреева (1989) этот вид не упоминается.

Распространение – широко распространенный морской вид (Segers, 2007; <http://www.marinespecies.org>). Образ жизни – в планктоне. Соленостный толерантный диапазон неизвестен. Сведения о нахождении в настоящее время этого вида коловраток в Аральском море отсутствуют. Продолжающееся снижение солености Малого Арала может оказаться препятствием для естественной реинтродукции этого вида. В Большом Арале его существование невозможно из-за высокой солености.

***Synchaeta kitina* Rousselet, 1902**

Синоним: *Synchaeta tremula kitina* Rousselet, 1902.

В «Атлас ...» (1974) этот вид не включен. Для фауны Аральского моря он указан только Т.А. Картуновой (1978) и был найден ею в районах с пониженной соленостью.

Распространение – широко распространенный в Голарктике (Segers, 2007) вид пресноводного происхождения. Образ жизни – в планктоне. Соленостный толерантный диапазон неизвестен. Сведения о нахождении в настоящее время этого вида коловраток в Малом Аральском море отсутствуют. В Большом Арале его существование невозможно из-за высокой солености. Не исключена возможность естественной реинтродукции этого вида в снизивший свою соленость Малый Арал.

***Polyarthra euryptera* Wierzejski, 1891**

Распространение – Голарктика и Ориентальная область, в озерах и прудах, пресноводный вид. В Аральском море был найден в южных заливах (Кутикова, 1974). Образ жизни – в планктоне. Соленостный толерантный диапазон неизвестен. Этот вид должен был выпасть из фауны из Арала при его осолонении. Сведений о наличии данного вида в снизившем соленость Малом Аральском море в настоящее время нет, но не исключена возможность его естественной реинтродукции. Существование его в Большом Арале невозможно.

***Polyarthra vulgaris* Carlin, 1943**

Распространение – всеветное, пресноводный вид. В Аральском море был найден на юге в заливах (Кутикова, 1974). Образ жизни – в планктоне. Соленостный толерантный диапазон неизвестен. Этот вид должен был выпасть из фауны из Арала при его осолонении. Сведений о наличии данного вида в снизившем соленость Малом Аральском море в настоящее время нет, но не исключена возможность его естественной реинтродукции. Существование его в Большом Арале невозможно.

***Polyarthra longiremis* Carlin, 1943**

Для самого Аральского моря не указан, но был найден в оз. Судочье (Кутикова, 1974).

Распространение – всеветное, пресноводный вид. Образ жизни – в планктоне. Соленостный толерантный диапазон неизвестен. Этот вид должен был выпасть из фауны из Арала при его осолонении. Сведений о наличии данного вида в снизившем соленость Малом Аральском море в настоящее время нет, но не исключена возможность его естественной реинтродукции. Существование его в Большом Арале невозможно.

Семейство LINDIIDAE

***Lindia torulosa* Dujardin, 1841**

Распространение – космополит (Segers, 2007). Обитатель пресных, солоноватых и соленых водоемов. В Аральском море был найден Л.А. Кутиковой (1974) среди прибрежной растительности. Образ жизни – в планктоне. Соленостный толерантный диапазон неизвестен. Этот вид в 1998 г. был найден в Малом Арале (Стуге, 2001). Существование его в Большом Арале невозможно.

Семейство DICRANOPHORIDAE

***Encentrum limicola* Otto, 1963**

Распространение – морской вид, известен из солоноватых вод Балтийского моря (Кутикова, 1974; Segers, 2007). Образ жизни – в песке, иле и в прибрежье среди водной растительности (Кутикова, 1974). Соленостный толерантный диапазон неизвестен. Сведений о наличии данного вида в Малом Аральском море в настоящее время нет. Этот вид исчез из Большого моря при его осолонении. Эта коловратка в 1996 гг. была отмечена в опресняемой стоком Сырдарьи восточной части Малого Арала (Stuge et al., 1998; Stuge, Saduakasova, 2005).

Семейство ASPLANCHNIDAE

***Asplanchna priodonta* Gosse, 1850**

Распространение – всеветно распространенный (Segers, 2007) пресноводный вид, выдерживает небольшое осолонение. В Аральском море встречался в только опресненной

зоне вблизи устьев рек (Кутикова, 1974). Образ жизни – в планктоне, хищник. Соленостный толерантный диапазон неизвестен. Этот вид выпал из фауны Арала при его осолонении. Эта коловратка была вновь отмечена в 1996 г. в опресняемой стоком Сырдарьи восточной части Малого Арала (Stuge et al., 1998). В настоящее время она представлена в фауне Малого моря (Отчет ..., 2013; Toman et al., 2015). Существование этого вида в Большом Арале невозможно.

***Asplanchna girodi* Guerne, 1888**

Распространение – космополит (Segers, 2007), пресноводный вид, выдерживающий небольшое осолонение. В Аральское море выносился реками (Кутикова, 1974). Образ жизни – в планктоне, хищник. Соленостный толерантный диапазон неизвестен. Этот вид выпал из фауны Арала при его осолонении. Сведений о наличии данного вида в снизившем соленость Малом Аральском море в настоящее время нет, но вполне возможно, что он может выноситься туда со стоком Сырдарьи и быть найденным у ее устья. Существование этой коловратки в Большом Арале невозможно.

Семейство BRACHIONIDAE

***Brachionus angularis* Gosse, 1851**

Распространение – всеветное (Segers, 2007); пресноводный вид. В Аральское море встречался в районах с пониженной соленостью, куда выносился реками (Кутикова, 1974). Образ жизни – в планктоне. Соленостный толерантный диапазон неизвестен. Этот вид выпал из фауны Арала при его осолонении. Эта коловратка вновь была отмечена в 1998 г. в снизившем соленость Малом Арале (Стуге, 2001; Stuge, Saduakasova, 2005). Существование этого вида в Большом Арале невозможно.

***Brachionus calyciflorus* Pallas, 1776**

Синоним: *Brachionus amphicerus* Ehrenberg, 1834.

Распространение – широко распространенный пресноводный вид, космополит (Segers, 2007). Образ жизни – в планктоне. Соленостный толерантный диапазон неизвестен. Этот вид выпал из фауны Арала при его осолонении. В настоящее время эта коловратка вновь отмечается в снизившем соленость Малом Арале (Стуге, 2000; Stuge, Saduakasova, 2005; Отчет ..., 2013; Toman et al., 2015). Существование этого вида в Большом Арале невозможно.

***Brachionus quadridentatus* Hermann, 1783**

Синоним: *Brachionus bakeri* Müller, 1786.

Распространение – широко распространенный вид, космополит (Segers, 2007). Обитатель пресных и солоноватых вод (Кутикова, 1974). Образ жизни – в планктоне. Соленостный толерантный диапазон неизвестен. По данным Л.А. Кутиковой (1974) форма *B. quadridentatus hyphalmiros* была обитателем открытой части Аральского моря, тогда как *B. quadridentatus quadridentatus* Hermann, *B. quadridentatus ancylognathus* Schmarda, *B. quadridentatus mehleri* Barrois et Daday, *B. quadridentatus brevispinus* Ehrenberg, *B. quadridentatus rhenus* Lauterborn и *B. quadridentatus cluniorbicularis* Skorikov могли приноситься в море с речным стоком. В наших сборах эта коловратка была отмечена в 1996 г. в Малом Арале. В настоящее время этот вид представлен в фауне Малого моря (Стуге, 2000, 2001; Stuge, Saduakasova, 2005; Отчет ..., 2013; Toman et al., 2015). Существование его в гипергалинном Большом Арале невозможно.

***Brachionus plicatilis* Müller, 1786**

Синоним: *Brachionus mülleri* Ehrenberg, 1834.

По современным данным этот таксон представляет собой группу криптических видов.

Распространение – космополит (Segers, 2007), галофил, обитатель морских и солоноватых вод. Образ жизни – в планктоне. Соленостный толерантный диапазон – 2–97‰ (Walker, 1981). Осморегуляторные способности – осмоконформер (Epp, Winston, 1977). В настоящее время по-прежнему обитает в Малом Аральском море (Стуге, 2001; Отчет ..., 2013; Toman et al., 2015), а в гипергалинном Большом Арале стал обычным видом (Аладин, Плотников, 2008; Плотников, 2013).

***Brachionus rubens* Ehrenberg, 1838**

Распространение – Голарктика, Африка, Сино-индийская область (Segers, 2007). Широко распространенный в эвтрофных водоемах пресноводный вид. В Аральское море попадал со стоком рек (Кутикова, 1974). Образ жизни – в планктоне. Соленостный толерантный диапазон неизвестен. Этот вид выпал из фауны Арала при его осолонении. Сведений о наличии данного вида в снизившем соленость Малом Аральском море в настоящее время нет, но вполне возможно, что он может быть там найден у устья Сырдарьи, попав туда с ее стоком. Существование его в Большом Арале невозможно.

***Brachionus urceus* (Linnaeus, 1758)**

Синоним: *Brachionus urceolaris* Müller, 1773.

Распространение – широко распространенный пресноводный вид, космополит (Segers, 2007). В Аральское море выносился реками (Кутикова, 1974) и был отмечен в его частично опресненных районах (Андреев, 1989). Образ жизни – в планктоне. Соленостный толерантный диапазон неизвестен. Этот вид выпал из фауны Арала при его осолонении, но вновь был найден в опресняемой стоком Сырдарьи восточной части Малого Арала в 1994–1998 гг. (Stuge et al., 1998). Существование этого вида в Большом Арале невозможно.

***Platytias quadricornis* (Ehrenberg, 1832)**

Распространение – всесветно распространенный (Segers, 2007) пресноводный вид. В Аральском море встречался вблизи устьев рек (Кутикова, 1974). Образ жизни – в планктоне. Соленостный толерантный диапазон неизвестен. Этот вид выпал из фауны Арала при его осолонении. Сведений о наличии данного вида в Малом Аральском море в настоящее время нет. Не исключена возможность естественной реинтродукции этого вида в снизивший свою соленость Малый Арал. Существование его в Большом Арале невозможно.

***Platytias patulus* (Müller, 1786)**

Синоним: *Brachionus patulus* Müller, 1786.

Распространение – широко распространенный (Segers, 2007) пресноводный вид. В Аральском море встречался вблизи устьев рек (Кутикова, 1974). Образ жизни – в планктоне. Соленостный толерантный диапазон неизвестен. Этот вид выпал из фауны Арала при его осолонении. Сведений о наличии данного вида в Малом Аральском море в настоящее время нет. Не исключена возможность естественной реинтродукции этого вида в снизивший свою соленость Малый Арал. Существование его в Большом Арале невозможно.

***Keratella cochlearis* (Gosse, 1851)**

Синоним: *Anurea cochlearis* Gosse, 1851.

Распространение – всесветно (Segers, 2007). В Аральском море встречался в прибрежье (Кутикова, 1974). Образ жизни – в планктоне. Соленостный толерантный диапазон неизвестен. Эта коловратка найдена в опресняемой стоком Сырдарьи восточной

части Малого Арала в 1994-1998 гг. (Stuge et al., 1998). В настоящее время вновь обнаружен в Малом Арале (Отчет ..., 2013; Toman et al., 2015). Существование этого вида в гипергалинном Большом Арале невозможно.

***Keratella tropica* (Apstein, 1907)**

Синоним: *Keratella valga tropica* Apstein, 1907.

Распространение – всесветное (Segers, 2007); широко распространенный в пресных и солоноватых водах теплолюбивый вид. В Арале встречен в открытом море (Кутикова, 1974; Андреев, 1989). Образ жизни – в планктоне. Соленостный толерантный диапазон неизвестен. Эта коловратка найдена (Плотников, 1995; Стуге, 2001; Stuge, Saduakassova, 2005) в Малом Арале в 1990-е гг. при солености порядка 20‰. Существование этого вида в Большом Арале невозможно.

***Keratella quadrata* (Müller, 1786)**

Синоним: *Anurea aculeata* Ehrenberg, 1832.

Распространение – широко распространенный вид, космополит (Segers, 2007). Обитатель пресных и солоноватых вод. Образ жизни – в планктоне. Соленостный толерантный диапазон неизвестен. К 1976 г. (Андреев, 1989) этот вид выпал из фауны Аральского моря при его осолонении. В настоящее время эта коловратка вновь представлена в фауне снизившей соленость Малого Арала (Стуге, 2001; Stuge, Saduakassova, 2005; Отчет ..., 2013; Toman et al., 2015). Существование его в Большом Арале невозможно.

***Keratella valga* (Ehrenberg, 1834)**

Синоним: *Anurea valga* Ehrenberg, 1834.

Распространение – космополит (Segers, 2007); широко распространенный в умеренных широтах вид (Кутикова, 1974). В Аральском море встречался в его частично опресненных районах (Андреев, 1989). Образ жизни – в планктоне. Соленостный толерантный диапазон неизвестен. Сведений о наличии данного вида Малом в Аральском море в настоящее время нет. Существование этого вида в Большом Арале невозможно.

***Notholca acuminata* (Ehrenberg, 1832)**

Синоним: *Anurea acuminata* Ehrenberg, 1832.

Распространение – Палеарктика и Африка (Segers, 2007); холодолюбивый вид, широко распространен в пресных и солоноватых водах северных широт (Кутикова, 1974). В Арале встречается преимущественно в холодное время года. Образ жизни – в планктоне. Соленостный толерантный диапазон неизвестен. Эта коловратка найдена (Плотников, 1995; Стуге, 2001) в Малом Арале в 1990-е гг. при солености порядка 20‰ и встречается в настоящее время (Отчет ..., 2013; Toman et al., 2015). Существование этого вида в Большом Арале невозможно.

***Notholca squamula* (Müller, 1786)**

Распространение – всесветное (Segers, 2007); широко распространенный в озерах, солоноватых водах и в прибрежье морей и океанов холодолюбивый вид (Кутикова, 1974). В Арале встречается преимущественно в холодное время года. Образ жизни – в планктоне. Соленостный толерантный диапазон неизвестен. Эта коловратка найдена (Плотников, 1995; Стуге, 2001) в Малом Арале в 1990-е гг. при солености порядка 20‰. Существование этого вида в Большом Арале невозможно.

***Kellicottia longispina* (Kellicott, 1879)**

Синонимы: *Anurea longispina* Kellicott, 1879; *Notholca longispina* Hudson et Gosse, 1886.

Распространение – Голарктика, Африка, Неотрипическая и Ориентальная области (Segers, 2007) в пресных и солоноватых водах. В Аральском море встречался в зоне влияния речного стока (Кутикова, 1974). Образ жизни – в планктоне. Соленостный толерантный диапазон неизвестен. Эта коловратка найдена (Стуге, 2001) в Малом Арале в 1990-е гг. при солености порядка 22–24‰. Существование этого вида в Большом Арале невозможно.

Семейство EUCHLANIDAE

***Euchlanis dilatata* Ehrenberg, 1832**

Распространение – космополит (Segers, 2007), пресноводный вид. Обычно обитает в прибрежье, реже в пелагиали. Эврибионт. В Арал выносился стоком рек (Кутикова, 1974). Образ жизни – в планктоне. Соленостный толерантный диапазон неизвестен. Эта коловратка найдена в опресняемой стоком Сырдарьи восточной части Малого Арала в 1994–1998 гг. (Stuge, Saduakasova, 2005). Существование этого вида в Большом Арале невозможно.

***Euchlanis triquerta* Ehrenberg, 1838**

Распространение – всеветное (Segers, 2007); пресноводный вид. Обитатель зарослевых зон различных водоемов (Кутикова, 1974). Образ жизни – в планктоне. Соленостный толерантный диапазон неизвестен. Сведений о наличии данного вида в Малом Аральском море в настоящее время нет. Существование этого вида в Большом Арале невозможно. Не исключена возможность естественной реинтродукции этого вида в снизивший свою соленость Малый Арал.

***Tripleuchlanis plicata* (Levander, 1894)**

Синоним: *Euchlanis plicata* Levander, 1894.

Распространение – всеветное (Segers, 2007), в пресных и солоноватых водах. В «Атлас ...» (1974) этот вид не включен. Для фауны Аральского моря он указан только Т.А. Картуновой (1978) и был найден ею в районах с пониженной соленостью.

Образ жизни – в планктоне. Соленостный толерантный диапазон неизвестен. Сведений о наличии данного вида в Малом Аральском море в настоящее время нет. Существование этого вида в Большом Арале невозможно. Не исключена возможность естественной реинтродукции этого вида в снизивший свою соленость Малый Арал.

Семейство TRICHOTRIIDAE

***Trichotria pocillum* (Müller, 1776)**

Распространение – всеветное (Segers, 2007); широко распространенный в пресных и солоноватых водах вид. Образ жизни – среди водной растительности (Кутикова, 1974). Соленостный толерантный диапазон неизвестен. Сведений о наличии данного вида в Малом Аральском море в настоящее время нет. Существование этого вида в Большом Арале невозможно. Не исключена возможность естественной реинтродукции этого вида в снизивший свою соленость Малый Арал.

***Trichotria tetractis* (Ehrenberg, 1830)**

Распространение – всеветное (Segers, 2007), в пресных и солоноватых водах. В Аральском море найден в его южной части. Образ жизни – среди водной растительности (Кутикова, 1974). Соленостный толерантный диапазон неизвестен. Сведений о наличии данного вида в Малом Аральском море в настоящее время нет. Существование этого вида в Большом Арале невозможно. Не исключена возможность естественной реинтродукции этого вида в снизивший свою соленость Малый Арал.

***Trichotria* sp.**

Эта коловратка найдена в опресняемой стоком Сырдарьи восточной части Малого Арала в 1994–1998 гг. (Stuge, Saduakasova, 2005). Существование этого вида в Большом Арале невозможно.

Семейство MYTILINIDAE

***Mytilina ventralis* (Ehrenberg, 1832)**

Синоним: *Salpina ventralis* Ehrenberg, 1830.

Распространение – распространенный всесветно вид (Segers, 2007), в пресных и солоноватых водах. В Аральском море встречался в зонах влияния речного стока. Образ жизни – среди водной растительности (Кутикова, 1974). Соленостный толерантный диапазон неизвестен. Сведений о наличии данного вида в Малом Аральском море в настоящее время нет. Существование этого вида в Большом Арале невозможно. Не исключена возможность естественной реинтродукции этого вида в снизивший свою соленость Малый Арал.

Семейство LECANIDAE

***Lecane luna* (Müller, 1776)**

Синоним: *Cathypna luna* Hudson et Gosse, 1886.

Распространение – распространенный всесветно вид (Segers, 2007). В Аральском море встречался в солоноватых водах заливов. Образ жизни – планктонобентос, в прибрежье среди водной растительности (Кутикова, 1974). Соленостный толерантный диапазон неизвестен. Эта коловратка найдена в опресняемой стоком Сырдарьи восточной части Малого Арала в 1994–1998 гг. (Stuge, Saduakasova, 2005). Из Большого моря при его дальнейшем осолонении этот вид исчез, и его существование там теперь невозможно.

***Lecane unguata* (Gosse, 1887)**

Синоним: *Cathypna unguata* Gosse, 1887

Распространение – распространенный всесветно вид (Segers, 2007). В Аральском море встречался в зоне влияния речного стока. Образ жизни – планктонобентос, в прибрежье среди водной растительности (Кутикова, 1974). Соленостный толерантный диапазон неизвестен. Сведений о наличии данного вида в Малом Аральском море в настоящее время нет. Из Большого моря при его дальнейшем осолонении этот вид исчез, и его существование там теперь невозможно. Не исключена возможность естественной реинтродукции этого вида в снизивший свою соленость Малый Арал.

***Lecane candida* Harring et Myers, 1926**

В «Атлас ...» (1974) этот вид не включен. Для фауны Аральского моря он указан только Т.А. Картуновой (1978) и был найден ею в районах с пониженной соленостью.

Распространение – Голарктика, Африка. Образ жизни – в планктоне. Соленостный толерантный диапазон неизвестен. Сведений о наличии данного вида в Малом Аральском море в настоящее время нет. Из Большого моря при его дальнейшем осолонении этот вид исчез, и его существование там теперь невозможно. Не исключена возможность естественной реинтродукции этого вида в снизивший свою соленость Малый Арал.

***Lecane grandis* (Murray, 1913)**

Синоним: *Cathypna grandis* Murray, 1913.

В «Атлас ...» (1974) этот вид не включен. Для фауны Аральского моря он указан только Т.А. Картуновой (1978) и был найден ею в районах с пониженной соленостью.

Распространение – всесветное (Segers, 2007). Образ жизни – в планктоне. Соленостный толерантный диапазон неизвестен. Эта коловратка найдена в опресняемой стоком Сырдарьи восточной части Малого Арала в 1994–1998 гг. (Stuge, Saduakasova, 2005). Из Большого моря при его дальнейшем осолонении этот вид исчез, и его существование там теперь невозможно.

***Lecane levistyla* (Olofsson, 1917)**

Синоним: *Cathypna levistyla* Olofsson, 1917.

В «Атлас ...» (1974) этот вид не включен. Для фауны Аральского моря он указан только Т.А. Картуновой (1978), и был найден ей в районах с пониженной соленостью.

Распространение – Голарктика (Segers, 2007). Образ жизни – в планктоне. Соленостный толерантный диапазон неизвестен. Сведений о наличии данного вида в Малом Аральском море в настоящее время нет. Из Большого моря при его дальнейшем осолонении этот вид исчез, и его существование там теперь невозможно. Не исключена возможность естественной реинтродукции этого вида в снизивший свою соленость Малый Арал.

***Lecane plesia* Myers, 1936**

В «Атлас ...» (1974) этот вид не включен. Для фауны Аральского моря он указан только Т.А. Картуновой (1978) и был найден ею в районах с пониженной соленостью.

Распространение – Голарктика, Сино-индийская область, Неотропика (Segers, 2007). Образ жизни – в планктоне. Соленостный толерантный диапазон неизвестен. Сведений о наличии данного вида в Малом Аральском море в настоящее время нет. Из Большого моря при его дальнейшем осолонении этот вид исчез, и его существование там теперь невозможно. Не исключена возможность естественной реинтродукции этого вида в снизивший свою соленость Малый Арал.

***Lecane signifera ploensis* (Voigt, 1902)**

В «Атлас ...» (1974) этот вид не включен. Для фауны Аральского моря он указан только Т.А. Картуновой (1978) и был найден ею в районах с пониженной соленостью.

Распространение – всесветное (Segers, 2007). Образ жизни – в планктоне. Соленостный толерантный диапазон неизвестен. Сведений о наличии данного вида в Малом Аральском море в настоящее время нет. Из Большого моря при его дальнейшем осолонении этот вид исчез, и его существование там теперь невозможно. Не исключена возможность естественной реинтродукции этого вида в снизивший свою соленость Малый Арал.

***Lecane lamellata* (Daday, 1893)**

Синоним: *Monostyla lamellata* Daday, 1893.

Распространение – Голарктика (Segers, 2007). В Аральском море встречался в солоноватых водах заливов. Образ жизни – в прибрежье среди водной растительности (Кутикова, 1974). Соленостный толерантный диапазон неизвестен. Сведений о наличии данного вида в Малом Аральском море в настоящее время нет. Из Большого моря при его дальнейшем осолонении этот вид исчез, и его существование там теперь невозможно. Не исключена возможность естественной реинтродукции этого вида в снизивший свою соленость Малый Арал.

***Lecane stenroosi* (Meissner, 1908)**

Синоним: *Monostyla stenroosi* Meissner, 1908.

Распространение – всесветное (Segers, 2007). Этот вид обычен в пресных водах; в Аральском море встречался в заливах и устьях рек. Образ жизни – в прибрежье среди водной растительности (Кутикова, 1974). Соленостный толерантный диапазон неизвестен.

Сведений о наличии данного вида в Малом Аральском море в настоящее время нет. Из Большого моря при его дальнейшем осолонении этот вид исчез, и его существование там теперь невозможно. Не исключена возможность естественной реинтродукции этого вида в снизивший свою соленость Малый Арал.

***Lecane bulla* (Gosse, 1851)**

Синоним: *Monostyla bulla* Gosse, 1851.

Распространение – распространенный всеветно вид (Segers, 2007). В Аральском море был найден на юго-востоке. Образ жизни – планктонобентос, в прибрежье в зарослях водной растительности (Кутикова, 1974). Соленостный толерантный диапазон неизвестен. Сведений о наличии данного вида в Малом Аральском море в настоящее время нет. Из Большого моря при его дальнейшем осолонении этот вид исчез, и его существование там теперь невозможно. Не исключена возможность естественной реинтродукции этого вида в снизивший свою соленость Малый Арал.

***Lecane lunaris* (Ehrenberg, 1832)**

Синонимы: *Monostyla lunaris* Ehrenberg, 1832; *Lepadella lunaris* Ehrenberg, 1832.

Распространение – всеветное (Segers, 2007). В пресных и солоноватых заросших водоемы; в Аральском море был найден в зоне влияния речного стока. Образ жизни – планктонобентос, в прибрежье, в зарослях водной растительности (Кутикова, 1974). Соленостный толерантный диапазон неизвестен. Сведений о наличии данного вида в Малом Аральском море в настоящее время нет. Из Большого моря при его дальнейшем осолонении этот вид исчез, и его существование там теперь невозможно. Не исключена возможность естественной реинтродукции этого вида в снизивший свою соленость Малый Арал.

***Lecane punctata* (Murray, 1913)**

Синоним: *Monostyla punctata* Murray, 1913.

В «Атлас ...» (1974) этот вид не включен. Для фауны Аральского моря он указан только Т.А. Картуновой (1978) и был найден ею в районах с пониженной соленостью.

Распространение – Голарктика, Ориентальная область, Неотропика (Segers, 2007). Образ жизни – в планктоне. Соленостный толерантный диапазон неизвестен. Сведений о наличии данного вида в Малом Аральском море в настоящее время нет. Из Большого моря при его дальнейшем осолонении этот вид исчез, и его существование там теперь невозможно. Не исключена возможность естественной реинтродукции этого вида в снизивший свою соленость Малый Арал.

Семейство LEPADELLIDAE

***Lepadella patella* (Müller, 1773)**

Синоним: *Brachionus patella* Müller, 1773.

В «Атлас ...» (1974) этот вид не включен. Для фауны Аральского моря он указан только Т.А. Картуновой (1978) и был найден ею в районах с пониженной соленостью.

Распространение – космополит (Segers, 2007). Образ жизни – в планктоне. Соленостный толерантный диапазон неизвестен. Сведений о наличии данного вида в Малом Аральском море в настоящее время нет. Из Большого моря при его дальнейшем осолонении этот вид исчез, и его существование там теперь невозможно. Не исключена возможность естественной реинтродукции этого вида в снизивший свою соленость Малый Арал.

***Lepadella rhomboides* (Gosse, 1886)**

В «Атлас ...» (1974) этот вид не включен. Для фауны Аральского моря он указан только Т.А. Картуновой (1978) и был найден ею в районах с пониженной соленостью.

Распространение – всесветное (Segers, 2007). Образ жизни – в планктоне. Соленостный толерантный диапазон неизвестен. Сведений о наличии данного вида в Малом Аральском море в настоящее время нет. Из Большого моря при его дальнейшем осолонении этот вид исчез, и его существование там теперь невозможно. Не исключена возможность естественной реинтродукции этого вида в снизивший свою соленость Малый Арал.

***Colurella obtusa* (Gosse, 1886)**

Синоним: *Colurus obtusus* Gosse, 1886.

Распространение – всесветное (Segers, 2007). В пресноводных водоемах. В Аральское море выносился реками. Образ жизни – планктонобентос, в зарослях водной растительности, реже – в планктоне (Кутикова, 1974). Соленостный толерантный диапазон неизвестен. Сведений о наличии данного вида в Малом Аральском море в настоящее время нет. Из Большого моря при его дальнейшем осолонении этот вид исчез, и его существование там теперь невозможно. Не исключена возможность естественной реинтродукции этого вида в снизивший свою соленость Малый Арал.

***Colurella adriatica* Ehrenberg, 1831**

Распространение – космополит (Segers, 2007). Обитает в пресных, солоноватых и морских водах. В Аральском море был обнаружен в заливах на юго-востоке. Образ жизни – планктонобентос, в зарослях водной растительности, реже – в планктоне (Кутикова, 1974). Соленостный толерантный диапазон неизвестен. Сведений о наличии данного вида в Малом Аральском море в настоящее время нет. Из Большого моря при его дальнейшем осолонении этот вид исчез, и его существование там теперь невозможно. Не исключена возможность естественной реинтродукции этого вида в снизивший свою соленость Малый Арал.

***Colurella uncinata* (Müller, 1773)**

Синоним: *Brachionus uncinatus* Müller, 1773.

Распространение – всесветно распространенный вид (Segers, 2007). Обитает в пресных, солоноватых и морских водах. В Аральском море был обнаружен в заливах на юго-востоке. Образ жизни – планктонобентос, в зарослях водной растительности, реже – в планктоне (Кутикова, 1974). Соленостный толерантный диапазон неизвестен. Сведений о наличии данного вида в Малом Аральском море в настоящее время нет. Из Большого моря при его дальнейшем осолонении этот вид исчез, и его существование там теперь невозможно. Не исключена возможность естественной реинтродукции этого вида в снизивший свою соленость Малый Арал.

***Colurella colurus* (Ehrenberg, 1830)**

Синоним: *Monura colurus* Ehrenberg, 1830.

Распространение – космополит (Segers, 2007); широко распространенный вид, от пресных до морских вод. В Аральском море был обнаружен в прибрежном песке о. Уялы. Образ жизни – планктонобентос, в зарослях водной растительности, реже – в планктоне (Кутикова, 1974). Соленостный толерантный диапазон неизвестен. Сведений о наличии данного вида в Малом Аральском море в настоящее время нет. Из Большого моря при его дальнейшем осолонении этот вид исчез, и его существование там теперь невозможно. Не исключена возможность естественной реинтродукции этого вида в снизивший свою соленость Малый Арал.

***Colurella salina* Althaus, 1957**

В «Атлас ...» (1974) этот вид не включен. Для фауны Аральского моря он указан только Т.А. Картуновой (1978) и был найден ею в районах с пониженной соленостью.

Распространение – морские и солоноватые воды Голарктики, Австралии и Антарктики (Segers, 2007; <http://www.marinespecies.org>). Образ жизни – планктонобентос, в зарослях водной растительности, реже – в планктоне (Кутикова, 1974). Соленостный толерантный диапазон неизвестен. Сведений о наличии данного вида в Малом Аральском море в настоящее время нет. Из Большого моря при его дальнейшем осолонении этот вид исчез, и его существование там теперь невозможно. Не исключена возможность естественной реинтродукции этого вида в снизивший свою соленость Малый Арал.

Отряд Flosculariaceae
Семейство HEXARTHRIIDAE

***Hexarthra fennica* (Levander, 1892)**

Синоним: *Pedalion fennica* Levander, 1892.

Распространение – широко распространенный вид (Segers, 2007), обитатель солоноватых и морских вод. Образ жизни – в планктоне (Кутикова, 1974). Соленостный толерантный диапазон неизвестен. Сведений о наличии данного вида в Малом Аральском море в настоящее время нет. В гипергалинном Большом Арале стал обычным видом (Аладин, Плотников, 2008; Плотников, 2013).

***Hexarthra oxyuris* (Zernov, 1903)**

Синоним: *Pedalion oxyure* Zernov, 1903.

Распространение – космополит (Segers, 2007); широко распространенный вид, обитатель солоноватых и морских вод. Образ жизни – в планктоне (Кутикова, 1974). Соленостный толерантный диапазон неизвестен. В настоящее время этот вид вновь представлен в фауне Малого Арала (Отчет ..., 2013; Toman et al., 2015).

Семейство TESTUDINELLIDAE

***Testudinella patina* (Hermann, 1783)**

Синоним: *Brachionus patina* Hermann, 1783.

Распространение – всесветное (Segers, 2007), в солоноватых и морских водах. В Аральском море был найден в заливах и предустьевых пространствах рек. Образ жизни – планктонобентос, среди водной растительности, часто – в планктоне (Кутикова, 1974). Соленостный толерантный диапазон неизвестен. Сведений о наличии данного вида в Малом Аральском море в настоящее время нет. Из Большого моря при его дальнейшем осолонении этот вид исчез, и его существование там теперь невозможно.

***Testudinella bidentata* Ternetz, 1892**

Синоним: *Testudinella parva* (Ternetz, 1892).

Распространение – всесветное (Segers, 2007). В Аральском море был найден около устья Амударьи. Образ жизни – планктонобентос, среди водной растительности, часто – в планктоне (Кутикова, 1974). Соленостный толерантный диапазон неизвестен. Сведений о наличии данного вида в Малом Аральском море в настоящее время нет. Из Большого моря при его дальнейшем осолонении этот вид исчез, и его существование там теперь невозможно. Не исключена возможность естественной реинтродукции этого вида в снизивший свою соленость Малый Арал.

***Pompholyx* sp.**

В «Атласе ...» (1974) этот вид не упоминается. Эта коловратка была найдена в Малом Арале в 1998 г. (Стуге, 2001; Stuge, Saduakasova, 2005). Ее существование в гипергалинном Большом Арале невозможно.

Семейство FILINIIDAE

***Filinia longiseta* (Ehrenberg, 1834)**

Синоним: *Triarthra longiseta* Ehrenberg, 1834

Распространение – всесветное (Segers, 2007), в пресных и солоноватых водах. В Аральском море этот вид был найден в прибрежье около речных устьев (Кутикова, 1974). Образ жизни – в планктоне. Соленостный толерантный диапазон неизвестен. Эта коловратка вновь была найдена в снизившем соленость Малом Арале в 1998 г. (Стуге, 2001; Stuge, Saduakasova, 2005) и представлена в его фауне в настоящее время (Отчет ..., 2013). Из Большого моря при его дальнейшем осолонении этот вид исчез, и его существование там теперь невозможно.

Отряд Collothecaceae

Семейство COLLOTHECIDAE

***Collothea mutabilis* (Hudson, 1885)**

Синоним: *Floscularia mutabilis* Hudson, 1885.

Распространение – Голарктика, Сино-индийская область, Неотропическая область и Австралия (Segers, 2007). Широко распространенный пресноводный вид. В Аральском море был отмечен в его южной части (Кутикова, 1974). Образ жизни – в планктоне. Соленостный толерантный диапазон неизвестен. Сведений о наличии данного вида в Малом Аральском море в настоящее время нет. Из Большого моря при его дальнейшем осолонении этот вид исчез, и его существование там теперь невозможно. Не исключена возможность его естественной реинтродукции в снизивший свою соленость Малый Арал.

4.2.8. Кольчатые черви (Annelida)

В аборигенной фауне свободноживущих беспозвоночных Аральского моря кольчатые черви были представлены только малощетинковыми червями и одним видом из Aeolosomatida.

Из 10 обитавших в море видов Oligochaeta многочисленным и встречающимся по всему морю был только один вид – *Psammoryctides albicola* (Michaelsen), также широко распространенный в пресных и солоноватых водах Европы (Гаврилов, Семерной, 1974). Образ жизни всех представленных в фауне Арала олигохет – донный, в илистом грунте. Осморегуляторные способности – осморегуляторы, гиперосмотическая регуляция в гипотонической среде и осмоконформность в гипертонической (Generlich, Giere, 1996).

Все встречавшиеся в Аральском море виды Oligochaeta исчезли из открытого моря середине 1970-х гг. (Андреева, 1989). В конце 1990-х гг., несмотря на снижение солености Малого Арала, они там обнаружены не были (Aladin et al., 2000a). В 1992 г. олигохеты были отмечены в непосредственной близости от устья Сырдарьи (Филиппов и др., 1993). В настоящее время олигохеты в фауне открытой части Малого моря, несмотря на его превращение в солоноватоводный водоем, по-прежнему отсутствуют (Гришаева, 2010; Отчет ..., 2013; Toman et al., 2015).

Тип ANNELIDA
Класс Clitellata
Подкласс Oligochaeta
Отряд Nematoda
Семейство TUBIFICIDAE

***Nais elinguis* Müller, 1774**

Синоним: *Nais aralensis* Lastockin, 1922.

Распространение – космополит, обитатель пресных и солоноватых вод. В Аральском море встречался редко (Гаврилов, Семерной, 1974).

Соленостный толерантный диапазон – от пресной воды до 20–25‰ (Бекмурзаев, 1991).

***Nais communis* Piguet, 1906**

Распространение – космополит, обитатель пресных и солоноватых вод. В Аральском море был найден в Аджибайском заливе (Гаврилов, Семерной, 1974).

Соленостный толерантный диапазон – от пресной воды, верхняя граница неизвестна.

***Paranais simplex* Hrabe, 1936**

Синоним: *Paranais littoralis* (Müller, 1780).

Распространение – обитатель пресных и солоноватых вод, обитает также в Сарпинских озерах, притоках оз. Эльтон (Гаврилов, Семерной, 1974). В Аральском море был одним из наиболее массовых видов Oligochaeta (Бенинг, 1935).

Соленостный толерантный диапазон – от пресной воды, верхняя граница неизвестна.

***Amphichaeta sannio* Kallstenius, 1892**

Распространение – обитатель пресных, солоноватых и морских вод Европы. В Арале был найден у о. Уялы (Гаврилов, Семерной, 1974).

Соленостный толерантный диапазон – от пресной воды, верхняя граница неизвестна.

***Chaetogaster* sp.**

Распространение – пресноводная форма, выдерживающая осолонение. Всеяден. *Chaetogaster* обычно размножается бесполом путем, образуя путем почкования цепочки из двух или трех червей. Из этих цепочек путем паратомии получают новые особи. При неблагоприятных условиях *Chaetogaster* переходит к половому размножению.

Соленостный толерантный диапазон – от пресной воды, верхняя граница неизвестна.

***Limnodrilus profundicola* (Verrill, 1873)**

Синоним: *Limnodrilus helveticus* Piguet, 1923.

Распространение – обитатель пресных вод. В Арале был редко встречающимся видом (Гаврилов, Семерной, 1974).

Соленостный толерантный диапазон – от пресной воды, верхняя граница неизвестна.

***Potamothenis bavaricus* (Oeschmann, 1913)**

Синоним: *Ilyodrilus bavaricus* (Oeschmann, 1913).

Распространение – обитатель пресных вод. В Арале был найден в его центральной части на серых илах (Гаврилов, Семерной, 1974). Соленостный толерантный диапазон – от пресной воды, верхняя граница неизвестна.

***Psammoryctides albicola* (Michaelson, 1901)**

Распространение – обитатель пресных и соленых вод. Обитает в озерах и реках Европы, в Черном и Азовском морях, в оз. Челкар. В Арале встречался по всему морю, был самым многочисленным и распространенным видом *Oligochaeta* (Гаврилов, Семерной, 1974).

Соленостный толерантный диапазон – от пресной воды, верхняя граница неизвестна.

Отряд Enchytraeida
Семейство ENCHYTRAEIDAE

***Lumbricillus lineatus* (Müller, 1771)**

Синоним: *Pachydrilus lineatus* (Müller, 1771).

Распространение – широко распространенный, известный из водоемов Европы, Северной Америки, Юго-Западной Африки эвригалинный вид. Обитает в озерах, реках и на литорали морей. В Аральском море встречался единично (Гаврилов, Семерной, 1974).

Соленостный толерантный диапазон – от пресной воды, верхняя граница неизвестна.

Annelida incertae sedis
Отряд Aeolosomatida
Семейство AEOLOSOMATIDAE

***Aeolosoma hemprichi* Ehrenberg, 1828**

Распространение – широко распространенный пресноводный вид, выдерживающий осолонение. В Аральском море был найден среди мшанковых обрастаний на портовых сваях (Беклемишев, 1922) и в прибрежном песке (Гаврилов, Семерной, 1974). Образ жизни – донный.

Соленостный толерантный диапазон – неизвестен. Осморегуляторные способности – вероятно, осморегулятор, гиперосмотик. Мог исчезнуть из Аральского моря в 1970-е гг. вследствие осолонения. Сведений о появлении или отсутствии данного вида в снизившем свою соленость Малом Аральском море в настоящее время нет. Существование этого вида в Большом Арале невозможно.

4.2.9. Ракообразные (Crustacea)

Фауну ракообразных Арала составляли ветвистоусые (Cladocera), веслоногие (Copepoda), ракушковые (Ostracoda) и высшие (Malacostraca) ракообразные. Среди них были пресноводные, солоноватоводные понто-каспийские и морские виды.

4.2.9.1. Ветвистоусые ракообразные (Cladocera)

К числу обитателей открытой части Аральского моря относились 5 видов ветвистоусых ракообразных (*Cercopagis pengoi aralensis* M.-Boltovskoi из Cercopagidae, *Evadne anonyx* G. Sars, *Podonevadne camptonyx* (G. Sars), *P. angusta* (G. Sars) и *P. trigona* (G. Sars) из Podonidae), принадлежащих к числу представителей понто-каспийской фауны. Первый вид был широко распространен во всех районах моря. Из оставшихся четырех только первые два вида входили в число постоянных компонентов аборигенной фауны

Cladocera Арала, встречаясь по всему морю за исключением опресненных районов. Третий вид впервые был найден в Аральском море только в 1968 г. и в дальнейшем встречался очень редко (Мордухай-Болтовской, 1974). Последний вид в «Атласе» (1974) отсутствует, так как впервые был найден в Аральском море только в 1981 г. и тоже встречался крайне редко (Аладин, Андреев, 1981, 1984; Андреев, 1989).

Другие три вида ветвистоусых ракообразных – *Ceriodaphnia reticulata* (Jurine), *Coronatella rectangula* (G. Sars) и *Moina salina* Daday (= *M. mongolica* Daday) – встречались в Арале повсеместно, но многочисленными они не были, хотя иногда могли наблюдаться вспышки их численности, в первую очередь у *M. salina* (Мордухай-Болтовской, 1974; Андреев, 1989).

К постоянным обитателям районов Арала с пониженной соленостью принадлежали 8 видов пресноводных Cladocera (Андреев, 1989): *Diaphanosoma brachyurum* Lievin, *Ceriodaphnia cornuta* G. Sars, *C. pulchella* G. Sars, *Daphnia longispina* (O.F. Müller), *Moina micrura* Kurz, *Chydorus sphaericus* (O.F. Müller), *Bosmina longirostris* (O.F. Müller), *Polyphemus pediculus* (Linné).

Все Cladocera являются осморегуляторами. Известные для Арала их виды способны к гиперосмотической осморегуляции в гипотонической среде, являются осмоконформерами в гипертонической среде, кроме *M. salina* и представителей семейства Podonidae, способных к гипотонической осморегуляции в гипертонической среде (Аладин, 1995).

В наших сборах (Плотников, 1995; Aladin et al., 2000a; Аладин, Плотников, 2008; Плотников, 2013) большинство обитавших в Аральском море видов ветвистоусых не встречалось, т.к. к этому времени они уже исчезли в результате повышения солености.

Тип ARTHROPODA
Подтип Crustacea
Класс Branchiopoda
Подкласс Phyllopoda
Надотряд Cladocera
Отряд Ctenopoda
Семейство SIDIDAE

***Diaphanosoma brachyurum* Lievin, 1848**

По-видимому, этот рачок ранее был определен С.А. Зерновым (1903) как *Diaphanosoma leuchtenbergianum* Fisher, 1854.

Распространение – Голарктика, пресноводный вид. В Аральском море встречался в его опресненных районах (Мордухай-Болтовской, 1974). Образ жизни – в планктоне, фильтратор.

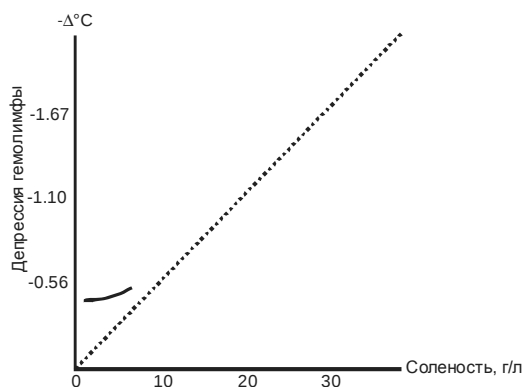


Рис. 4.1. Предполагаемая кривая осморегуляции *Diaphanosoma brachyurum*.

По современным данным (Коровчинский, 1993) за названием *D. brachyurum* могут скрываться, по крайней мере, 4 вида: *D. brachyurum* s.str., *D. mongolianum*, *D. orghidani*, *D. lacustris*. Какой вид (или виды) в действительности обитает в Арале, пока остается неизвестным.

Соленостный толерантный диапазон (для воды с океаническим составом солей) – от пресной воды до 5‰ (Remane, Schlieper, 1971); для воды Арала верхняя граница будет более высокой. Осморегуляторные способности – осморегулятор, гиперосмотик I порядка (рис. 4.1) (Аладин, 1996).

Вследствие осолонения Аральского моря этот рачок выпал из его фауны к середине 1970-х гг. (Андреев, 1989). Он вновь появился в снизившем соленость Малом Арале во 2-й половине 1990-х гг. (Стуге, 2001; Stuge, Saduakasova, 2005) в результате естественной реинтродукции из Сырдарьи или же из озер, расположенных в ее низовьях, в фауне которых он представлен (Рылов, Гладков, 1934). В настоящее время встречается в наиболее опресненной зоне Малого моря (Отчет ..., 2103; Toman et al., 2015). Существование этого рачка в гипергалинном Большом Арале невозможно.

Отряд Anomopoda
Семейство CHYDORIDAE

***Chydorus sphaericus* (O.F. Müller, 1785)**

По современным представлениям этот таксон является сборным, представляющим из себя группу самостоятельных видов.

Распространение – пресноводный вид, космополит, обитающий в самых разнообразных водоемах. В Аральском море встречался только в его сильно опресненных районах и был там малочисленным (Мордухай-Болтовской, 1974). Образ жизни – планктобентический вид, фильтратор.

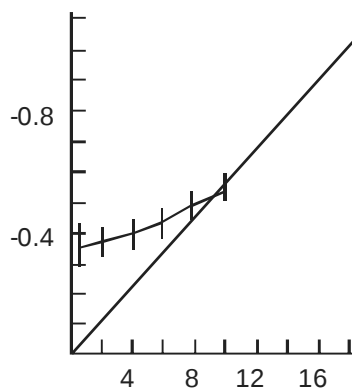


Рис. 4.2. Кривая осморегуляции *Chydorus sphaericus* (из: Аладин, 1982а).

Соленостный толерантный диапазон – от пресной воды до 12‰. Осморегуляторные способности – осморегулятор, гиперосмотик II порядка (Аладин, 1996) (рис. 4.2).

Вследствие осолонения Аральского моря этот вид выпал из его фауны к середине 1970-х гг. (Андреев, 1989), но вновь был отмечен в снизившем соленость Малом Арале во 2-й половине 1990-х гг. (Стуге, 2000; Stuge, Saduakasova, 2005). Произошла естественная реинтродукция этого рачка из нижнего течения р. Сырдарьи или же из расположенных в ее низовьях озер, в фауне которых он представлен (Рылов, Гладков, 1934). В настоящее время встречается в наиболее опресненной зоне Малого моря (Отчет ..., 2103; Toman et al., 2015). Существование этого вида в гипергалинном Большом Арале невозможно.

***Coronatella rectangula* (Sars, 1861)**

Синоним: *Alona rectangula* G. Sars, 1861.

По-видимому, этот таксон указан для фауны Арала В.И. Мейснером (1906) как *Alona costata* G. Sars, 1862 и *A. guttata* G. Sars, 1862, а А.Л. Бенингом (1934) как *A. elegans* Kurz, 1874.

Распространение – Голарктика, пресноводный вид. В Аральском море был многочисленным видом при солености 11–12‰ (Мордухай-Болтовской, 1974). Образ жизни – в планктоне, фильтратор.

По современным данным этот таксон, возможно, представляет собой группу самостоятельных видов (Коровчинский, 1993).

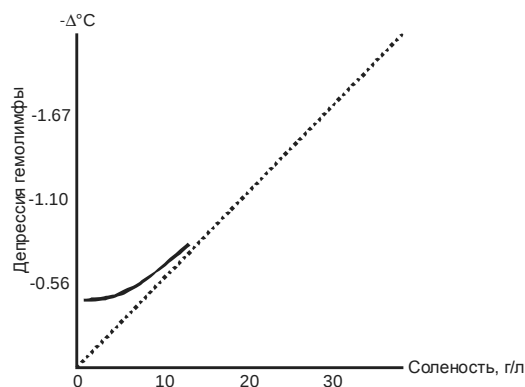


Рис. 4.3. Предполагаемая кривая осморегуляции *Coronatella rectangularis*.

Соленостный толерантный диапазон – точных данных нет; предположительно – от пресной воды до 12–13‰. Осморегуляторные способности – осморегулятор, гиперосмотик II порядка (рис. 4.3).

Вследствие осолонения Аральского моря этот вид выпал из его фауны в 1972–1974 гг. (Андреев, 1989), но вновь был отмечен в снизившем соленость Малом Арале во 2-й половине 1990-х гг. (Stuge et al., 1998; Стуге, 2001; Stuge, Saduakasova, 2005). Произошла естественная реинтродукция этого рачка из нижнего течения р. Сырдарьи или же из расположенных в ее низовьях озер, в фауне которых он представлен (Рылов, Гладков, 1934) Существование этого вида в гипергалинном Большом Арале невозможно.

Семейство BOSMINIDAE

***Bosmina longirostris* (O. F. Müller, 1785)**

Распространение – космополит; пресноводный вид, выдерживает небольшое осолонение. Обитатель мелких водоемов и побережья крупных. В Аральском море этот рачок был малочисленным и встречался только в сильно опресненных районах, главным образом вблизи устья Амударьи (Мордухай-Болтовской, 1974). Образ жизни – в планктоне, фильтратор.

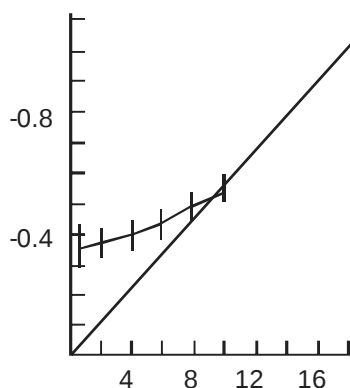


Рис. 4.4. Кривая осморегуляции *Bosmina longirostris* (из: Аладин, 1982a)

Соленостный толерантный диапазон – от пресной воды до 10‰. Осморегуляторные способности – осморегулятор, гиперосмотик II порядка (Аладин, 1996) (рис. 4.4).

Вследствие осолонения Аральского моря этот вид должен был выпасть из его фауны в начале 1970-х гг. Во 2-й половине 1990-х гг. этот рачок вновь был отмечен в опресненной зоне Малого Арала (Stuge et al., 1998; Stuge, Saduakasova, 2005). Произошла естественная реинтродукция этого рачка из нижнего течения р. Сырдарьи или же из расположенных в ее низовьях озер, в фауне которых он представлен (Рылов, Гладков, 1934). В настоящее время встречается в наиболее опресненной зоне Малого моря (Отчет ..., 2103; Toman et al, 2015). Существование этого вида в гипергалинном Большом Арале невозможно.

Семейство ILYOCRYPTIDAE,

***Ilyocryptus agilis* Kurz, 1878**

Распространение – исходно Палеарктика; как инвазивный вид проник в Северную Америку. Широко распространенный пресноводный вид, выдерживающий осолонение. Образ жизни – в мейобентосе, фильтратор.

Соленостный толерантный диапазон – от пресной воды до >20‰. Осморегуляторные способности – осморегулятор, гиперосмотик при солености ниже критической, тип осморегуляции при солености выше критической неизвестен.

В «Атласе беспозвоночных Аральского моря» (1974) этот вид не упоминается. Этот рачок впервые был найден в Малом Арале в 1994-1998 гг., как в его опресненной части, так и при солености >20‰ (Стуге, 2001; Stuge, Saduakasova, 2005), где он мог появиться в результате аутоинтродукции из Сырдарьи или же из озер, расположенных в ее низовьях, где этот рачок представлен в их фауне (Рылов, Гладков, 1934). Существование этого вида в гипергалинном Большом Арале невозможно.

Семейство DAPHNIIDAE

***Daphnia longispina* (O. F. Müller, 1776)**

Распространение – Голарктика, обитающий в разнообразных водоемах широко распространенный пресноводный вид. В Аральском море встречался только в сильно опресненных районах, главным образом возле устья Амударьи при солености до 2‰ (Мордухай-Болтовской, 1974). Образ жизни – в планктоне, фильтратор.

По всей видимости представляет собой комплекс видов (Коровчинский, 1993).

Соленостный толерантный диапазон – от пресной воды до 12‰. Осморегуляторные способности – осморегулятор, гиперосмотик II порядка (Аладин, 1996).

Вследствие осолонения Аральского моря этот вид должен был выпасть из его фауны в начале 1970-х гг. Во 2-й половине 1990-х гг. этот рачок вновь был отмечен в опресненной зоне Малого Арала (Stuge, Saduakasova, 2005), где он появился, по-видимому, в результате естественной реинтродукции из Сырдарьи или же из озер, расположенных в ее низовьях. Существование этого вида в гипергалинном Большом Арале невозможно.

***Daphnia galeata* G.O. Sars, 1864**

Распространение – Голарктика. Пресноводный (www.marinespecies.org) вид. Образ жизни – в планктоне, фильтратор.

По всей видимости представляет собой комплекс видов (Коровчинский, 1993).

Соленостный толерантный диапазон – от пресной воды, верхняя граница неизвестна. Осморегуляторные способности – осморегулятор, по-видимому, гиперосмотик I порядка.

В «Атласе беспозвоночных Аральского моря» (1974) этот вид не упоминается. Этот рачок был впервые отмечен в Арале только во 2-й половине 1990-х гг. в опресненной зоне Малого моря (Stuge, Saduakasova, 2005), где он мог появиться в результате аутоинтродукции из Сырдарьи или же из озер, расположенных в ее низовьях, где этот рачок представлен в их фауне (Рылов, Гладков, 1934). Существование этого вида в гипергалинном Большом Арале невозможно.

***Ceriodaphnia reticulata* (Jurine, 1820)**

Распространение – Голарктика. Широко распространенный пресноводный вид, выдерживающий осолонение. Обитатель мелких водоемов и побережья крупных. В Аральском море этот вид был обычен как в опресненных районах, так и при «нормальной» солености 10‰. В 1960-х гг. из-за выедания ранее вселенными рыбами-планктофагами стал редким видом и встречался только перед дельтами рек (Мордухай-Болтовской, 1974). Образ жизни – в планктоне, фильтратор.

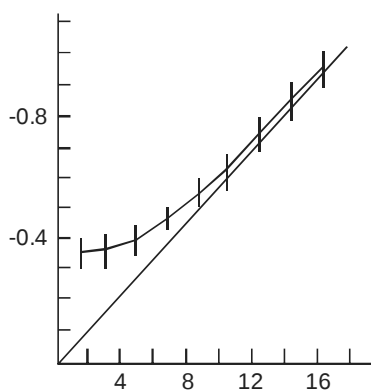


Рис. 4.5. Кривая осморегуляции *Ceriodaphnia reticulata* (из: Аладин, 19826).

Соленостный толерантный диапазон – от пресной воды до 16‰. Осморегуляторные способности – осморегулятор, гиперосмотик II порядка (Аладин, 1996) (рис. 4.5).

Этот вид выпал из фауны Аральского моря в 1972–1974 гг. (Андреев, 1989). Во 2-й половине 1990-х гг. этот рачок вновь был отмечен в опресненной зоне Малого Арала (Stuge, Saduakasova, 2005). Произошла естественная реинтродукция этого рачка из нижнего течения р. Сырдарьи или же из озер, расположенных в ее низовьях, где этот рачок представлен в их фауне (Рылов, Гладков, 1934). В настоящее время встречается в наиболее опресненной зоне Малого моря (Отчет ..., 2103; Toman et al., 2015). Существование этого вида в гипергалинном Большом Арале невозможно.

***Ceriodaphnia cornuta* G. Sars, 1885**

Распространение – широко распространен в тропиках и заходит в субтропики, пресноводный вид. Выдерживает небольшое осолонение. В Аральском море встречался единично на юге в опресненных районах (Мордухай-Болтовской, 1974). Образ жизни – в планктоне, фильтратор.

По современным данным этот таксон является сборным, включающим в себя группу видов (Коровчинский, 1993).

Соленостный толерантный диапазон – от пресной воды до 13‰. Осморегуляторные способности – осморегулятор, гиперосмотик II порядка (Аладин, 1996).

Вследствие осолонения Аральского моря этот вид должен был выпасть из его фауны в начале 1970-х гг. Во 2-й половине 1990-х гг. этот рачок вновь был отмечен в опресненной зоне Малого Арала (Stuge, Saduakasova, 2005), где он появился, по-

видимому, в результате его естественной реинтродукции из Сырдарьи. Существование этого вида в гипергалинном Большом Арале невозможно.

***Ceriodaphnia pulchella* G. Sars, 1862**

Распространение – обитатель мелких водоемов и побережья крупных, пресноводный вид, выдерживающий небольшое осолонение. В Аральском море встречался единично в опресненных районах (Мордухай-Болтовской, 1974). Образ жизни – в планктоне, фильтратор.

Соленостный толерантный диапазон – от пресной воды, о верхней границе данных нет. Осморегуляторные способности – осморегулятор, вероятно гиперосмотик I порядка.

Вследствие осолонения Аральского моря этот вид должен был выпасть из его фауны в начале 1970-х гг. Во 2-й половине 1990-х гг. этот рачок вновь был отмечен в опресненной зоне Малого Арала (Stuge, Saduakasova, 2005), где он появился по-видимому в результате естественной реинтродукции из Сырдарьи. Существование этого вида в гипергалинном Большом Арале невозможно.

Семейство MOINIDAE

***Moina salina* Daday, 1888**

Синонимы: *Moina microphthalma* G. Sars, 1903; *Moina mongolica* Daday, 1901.

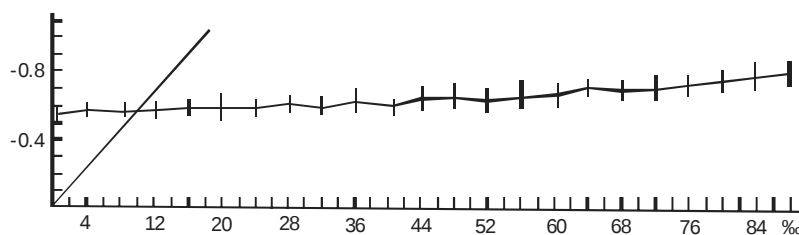


Рис. 4.6. Кривая осморегуляции *Moina salina* (из: Аладин, 1982б).

Распространение – обитатель осолоненных континентальных водоемов Голарктики. В Аральском море был массовым видом (Мордухай-Болтовской, 1974). Образ жизни – в планктоне, фильтратор.

Соленостный толерантный диапазон – от пресной воды до 97‰. Осморегуляторные способности – осморегулятор, амфиосмотик IV порядка (Аладин, 1996) (рис. 4.6).

Этот вид выпал из фауны Аральского моря (см. рис. 5.17) к 1975 г., но не из-за осолонения, а, по-видимому, вследствие конкуренции с вселенной в 1965–1970 гг. *Calanipeda aquaedulcis*. В 1991 г. *M. salina* была локально отмечена в Большом Арале (Андреев, 1995). В 1996 г. этот рачок неожиданно появился в Аральском море, дав резкую вспышку своей численности, и распространился по всей его акватории, но в последующие несколько лет его численность быстро снизилась (Stuge et al., 1998; Стуге, 2001; Stuge, Saduakasova, 2005). В настоящее время этот рачок вновь встречается в небольшом количестве в Малом Аральском море (Отчет ..., 2013; Toman et al., 2015). Дальнейшее осолонение Большого моря привело к выпадению *M. salina* из его фауны, и в 2002 г. этот рачок там уже не встречался (Аладин, Плотников, 2008; Завьялов и др., 2012; Плотников, 2013).

***Moina micrura* Kurz, 1874**

Синоним: *Moina dubia* Guerne & Richard, 1892.

Распространение – почти всесветное; этот вид широко распространен в пресных водах умеренных и тропических областей. Выносит некоторое осолонение, встречается в опресненных районах Черного и Азовского морей. В Аральском море был

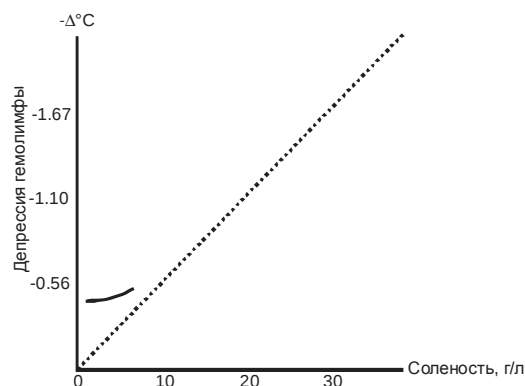


Рис. 4.7. Предполагаемая кривая осморегуляции *Moina micrura*.

немногочисленным и встречался только в опресненных районах при солености до 4–6‰ (Мордухай-Болтовской, 1974). Образ жизни – в планктоне.

По современным данным этот таксон представляет собой комплекс близких видов (Коровчинский, 1993).

Соленостный толерантный диапазон – от пресной воды, о верхней границе данных нет. Осморегуляторные способности – осморегулятор, предположительно гиперосмотик I порядка (рис. 4.7).

Этот вид выпал из фауны Аральского моря вследствие его осолонения. По-видимому, этот рачок, упомянутый как *Moina* sp., был найден в 1994–1998 гг. в опресненной зоне Малого моря (Stuge, Saduakasova, 2005), куда он мог попасть со стоком Сырдарьи. Существование этого вида в гипергалинном Большом Арале невозможно.

Отряд Onychopoda Семейство POLYPHEMIDAE

***Polyphemus pediculus* (Linnaeus, 1761)**

В «Атласе ...» (1974) этот вид не упоминается. Для Аральского моря этот рачок указан только Т.А. Картуновой (1978).

Распространение – Голарктика. В Арале этот вид был отмечен только в районах с пониженной соленостью. Образ жизни – в планктоне, хищник.

По современным данным данный таксон представляет собой комплекс видов (Xu et al., 2009),

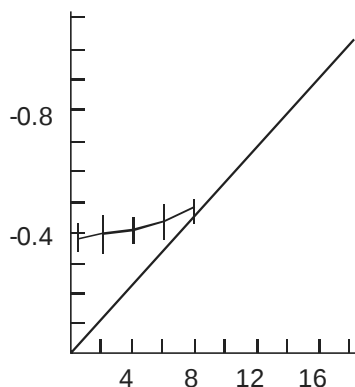


Рис. 4.8. Кривая осморегуляции *Polyphemus pediculus* (из: Аладин, 1982а).

Соленостный толерантный диапазон – от пресной воды до 8‰. Осморегуляторные способности – осморегулятор, гиперосмотик I порядка (Аладин, 1996) (рис. 4.8).

Этот вид выпал из фауны Аральского моря вследствие его осолонения. Сведений о присутствии в настоящее время данного вида в Малом Арале нет (Отчет ..., 2013; Toman

et al., 2015). Если этот вид представлен в фауне озер, расположенных в низовьях Сырдарьи, то не исключена возможность естественной реинтродукции этого вида оттуда в современный Малый Арал. Существование этого вида в гипергалинном Большом Арале невозможно.

Семейство PODONIDAE

***Podonevadne camptonyx* (G. Sars, 1897)**

Синоним: *Evadne camptonyx* G. Sars, 1897.

Распространение – эндемик Аральского и Каспийского морей. В Арале был широко распространенным видом, обитавшим по всему морю, исключая сильно опресненные районы (Мордухай-Болтовской, 1974). Образ жизни – в планктоне, хищник.

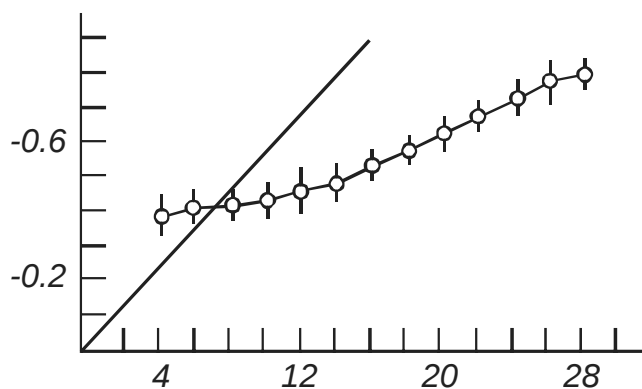


Рис. 4.9. Кривая осморегуляции *Podonevadne camptonyx* (из: Аладин, 1982а).

Соленостный толерантный диапазон – от 4 до >28‰ (Аладин, 1996). Осморегуляторные способности – осморегулятор, амфиосмотик I порядка (рис. 4.9).

Из фауны Большого Арала этот вид выпал во второй половине 1980-х гг. вследствие осолонения (Аладин, 1989б). В настоящее время он представлен в фауне Малого Арала (Плотников, 1995; Aladin et al., 2000а; Аладин, Плотников, 2008; Плотников, 2013; Stuge et al., 1998; Стуге, 2000; Stuge, Saduakasova, 2005; Отчет ..., 2013; Toman et al., 2015). Существование этого вида в гипергалинном Большом Арале невозможно.

***Podonevadne angusta* (G. Sars, 1902)**

Синонимы: *Evadne angusta* G. Sars, 1902; *Podonevadne camptonyx angusta* (G. Sars, 1897).

Распространение – эндемик Аральского и Каспийского морей. В Арале был редко встречающимся видом, избегавшим сильно опресненные районы (Мордухай-Болтовской,

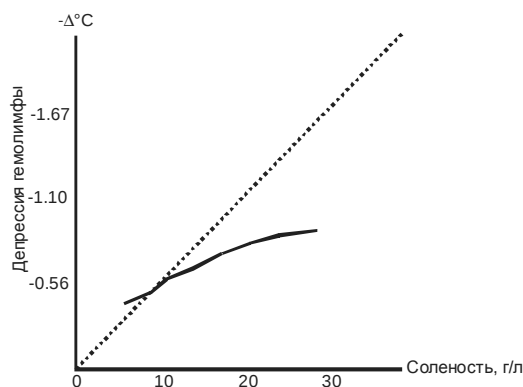


Рис. 4.10. Предполагаемая кривая осморегуляции *Podonevadne angusta*.

1974). Образ жизни – в планктоне, хищник.

Соленостный толерантный диапазон – от 6 до 29‰. Осморегуляторные способности – осморегулятор, амфиосмотик I порядка (Аладин, 1996) (рис. 4.10).

В наших сборах этот вид не встречался (Плотников, 1995; Aladin et al., 2000a; Аладин, Плотников, 2008; Плотников, 2013), т.к. или выпадал из фауны вследствие осолонения, или же не был обнаружен из-за своей крайней малочисленности. В настоящее время этот вид вновь обнаружен в Малом море, но является редким (Отчет ..., 2013; Toman et al., 2015). Из фауны Большого Арала он выпал во второй половине 1980-х гг. вследствие осолонения (Аладин, 1989б). Существование этого вида в гипергалинном Большом Арале невозможно.

***Podonevadne trigona* (G. Sars, 1897)**

Синоним: *Evadne trigona* G. Sars, 1897.

Распространение – эндемик Аральского и Каспийского морей. В Аральском море впервые был найден в 1981 г. Так и осталось неизвестным, присутствовал ли этот вид в море, но при своей крайней малочисленности не был обнаружен и не попадал в поле зрения исследователей, или пока в изменившихся условиях не увеличил свою численность, или его попутно занесли из Каспия при вселении рыб или беспозвоночных. В Арале он был редко встречающимся видом, избегавшим сильно опресненные районы (Аладин, Андреев, 1981, 1984; Андреев, 1989). Образ жизни – в планктоне, хищник.

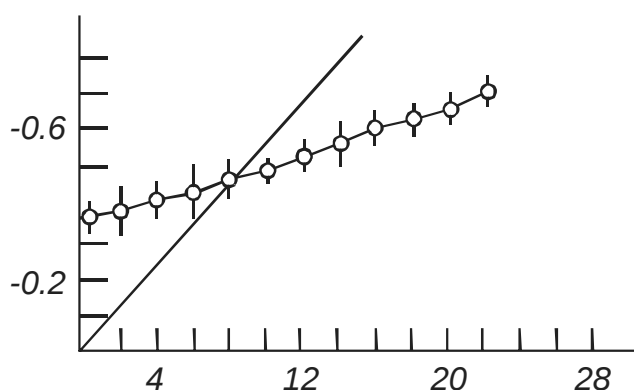


Рис. 4.11. Кривая осморегуляции *Podonevadne trigona* (из: Аладин, 1982а).

Соленостный толерантный диапазон – от пресной воды до >26‰. Осморегуляторные способности – осморегулятор, амфиосмотик III порядка (рис. 4.11).

В настоящее время в Малом Арале этот вид не найден (Плотников, 1995; Aladin et al., 2000a; Аладин, Плотников, 2008; Плотников, 2013; Toman et al., 2015), т.к. или выпал из фауны вследствие его осолонения, или же не был обнаружен из-за своей крайней малочисленности. Из фауны Большого Арала он выпал во второй половине 1980-х гг. вследствие осолонения (Аладин, 1989б). Существование этого вида в гипергалинном Большом Арале невозможно.

***Evadne anonyx* G. Sars, 1897**

Синонимы: *Evadne producta* G. Sars; *Evadne anonyx f. producta*.

Распространение – эндемик Понто-Арало-Каспия. В Арале был широко распространенным видом, обитавшим по всему морю, исключая сильно опресненные районы (Мордухай-Болтовской, 1974). Образ жизни – в планктоне, хищник.

Соленостный толерантный диапазон – от 4 до 30‰. Осморегуляторные способности – осморегулятор, амфиосмотик I порядка (Аладин, 1996) (рис. 4.12).

Из фауны Арала этот вид выпал во второй половине 1980-х гг. вследствие осолонения (Аладин, 1989б). В 1994–1998 гг. он вновь был обнаружен (Stuge,

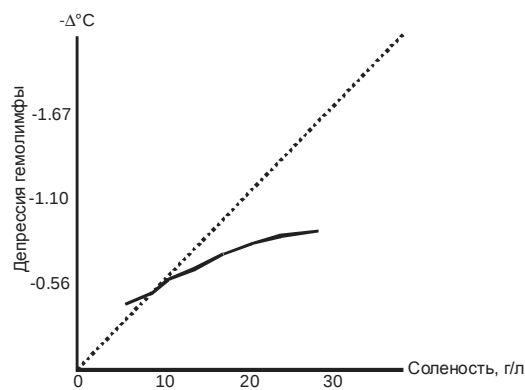


Рис. 4.12. Кривая осморегуляции *Evadne anonyx*.

Saduakasova, 2005) в опресняемой стоком Сырдарьи части Малого Арала, где мог появиться из сохранившихся латентных яиц.

В настоящее время этот вид присутствует в фауне Малого моря и не является редким (Отчет ..., 2013). Существование этого вида в гипергалинном Большом Арале невозможно.

Семейство CERCOPAGIDIDAE

***Cercopagis pengoi aralensis* M.-Boltovskoi, 1971**

Синоним: *Cercopagis tenera* G. Sars, 1897 у Зернова (1903).

Распространение – эндемичный для Аральского моря солоноватоводный подви́д рачка *Cercopagis pengoi* (Ostroumov, 1891), широко распространенного в Понто-Каспии (Мордухай-Болтовской, 1974). Образ жизни – в планктоне.

Соленостный толерантный диапазон – от пресной воды до >13‰ (Аладин, 1995).

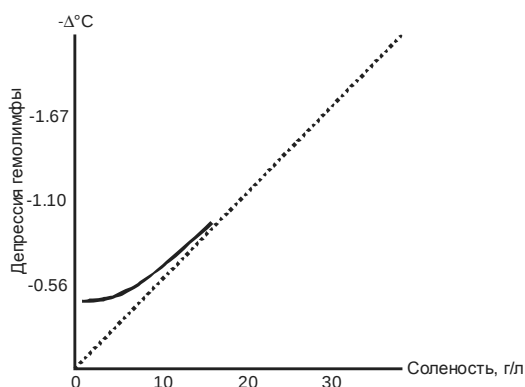


Рис. 4.13. Кривая осморегуляции *Cercopagis pengoi aralensis*.

Осморегуляторные способности – осморегулятор, гиперосмотик II порядка / вторичный конфогиперосмотик I порядка (рис. 4.13).

Вследствие осолонения Аральского моря этот вид выпал из его фауны к 1981 г. и в дальнейшем больше не встречался (Плотников, 1995; Aladin et al., 2000a; Аладин, Плотников, 2008; Плотников, 2013). Существует возможность естественной реинтродукции этого вида в Малый Арал из расположенных в низовьях Сырдарьи озер, где он представлен в их фауне (Рылов, Гладков, 1934). Существование этого вида в гипергалинном Большом Арале невозможно.

4.2.9.2. Веслоногие ракообразные (Copepoda)

Самым массовым видом, не только среди Copepoda, но и из всех планктонных ракообразных Арала, был широко распространенный в континентальных соленых водоемах представитель отряда Calanoida *Arctodiaptomus salinus* (Daday) (Луконина, 1960a).

Единственным массовым видом веслоногих ракообразных отряда Cyclopoida был *Mesocyclops leuckarti* (Claus) широко распространенный по всему морю и являвшийся одним из важнейших компонентов рачкового планктона. Пресноводные виды циклопов – *Cyclops vicinus* Uljanin, *Megacyclops viridis* (Jurine) и *Thermocyclops crassus* (Fischer) – тоже обитали и в открытой части моря, но были многочисленными только в опресненных районах. Циклоп морского происхождения *Halicyclops rotundipes aralensis* Borutzky хотя и встречался по всему Аралу, но при этом нигде не был многочисленным (Боруцкий, 1974).

Из числа Copepoda к постоянным обитателям районов Арала с пониженной соленостью относился встречавшийся в Арале (только в его опресненных придельтовых районах) пресноводный представитель отряда Calanoida *Phyllodiaptomus blanci* (Guerne et Richard) (Боруцкий, 1974; Андреев, 1989).

Среди веслоногих ракообразных (Боруцкий, 1974) к постоянным обитателям районов Арала с пониженной соленостью могут быть отнесены *Eucyclops macrurus* (G. Sars), *E. serrulatus* (Fischer), *Macrocyclus albidus* (Jurine), *C. strenuus* Fischer, *Macrocyclus fuscus* (Jurine), *Tropocyclus prasinus* (Fischer), *T. crassus* (Fischer), *T. dybowskii* (Lande), *Microcyclus bicolor* G. Sars.

Отряд Harpacticoida был представлен в фауне моря (Боруцкий, 1974; Андреев, 1989) 15 видами, имеющими морское происхождение. Из них 6 – солоноватоводные: *Halectinosoma abrau* (Kritchagin), *Nitocra lacustris* (Schmankewitsch), *N. hibernica* (Brady), *Limnocletodes behningi* Borutzky, *Nannopus palustris* Brady, *Leptocaris brevicornis* (Van Douwe), и 9 – морские: *Schizopera aralensis* Borutzky, *S. jugurtha* (Blanchard et Richard), *S. reducta* Borutzky, *Mesochra aestuarii* Gurney, *Onychocamptus mohammed* (Blanchard et Richard), *Cletocamptus retrogressus* Schmankewitsch, *C. confluens* (Schmeil), *Enhydrosoma birsteini* Borutzky, *Paraleptastacus spinicauda trisetosus* Noodt.

Осморегуляторные способности веслоногих ракообразных Арала не исследовались. Вероятно, они могут быть как осмоконформерами, так и конфогиперосмотиками (Аладин, 1990).

В наших сборах большинство обитавших в Аральском море видов Copepoda не встречалось (Плотников, 1995; Аладин, Плотников, 2008; Плотников, 2013), т.к. к тому времени они уже исчезли, или же, как в случае Harpacticoida, требовались специальные методы их сбора.

Тип ARTHROPODA

Подтип Crustacea

Класс Maxillopoda

Подкласс Copepoda

Отряд Calanoida

Семейство DIAPTOMIDAE

***Arctodiaptomus salinus* (Daday, 1885)**

Синоним: *Diaptomus salinus* Daday, 1885.

Распространение – разнотипные континентальные соленые водоемы Палеарктики (Боруцкий, 1974). В Аральском море был доминирующей формой в зоопланктоне Аральского моря, но исчез в результате сначала выедания вселенными планктоноядными

рыбами и последующего вселения *Calanipeda aquaedulcis*. Образ жизни – в планктоне, фито-детритофаг.

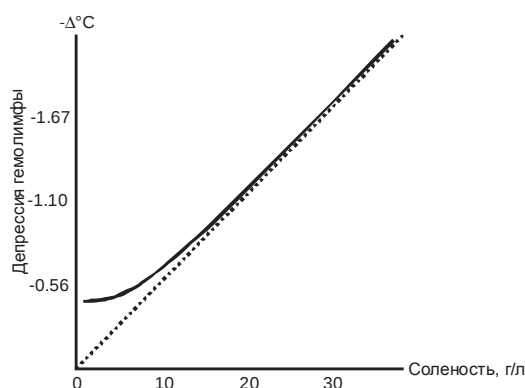


Рис. 4.14. Предполагаемая кривая осморегуляции *Arctodiaptomus salinus*.

Соленостный толерантный диапазон – от пресной воды до 210‰ (Hamaidi et al., 2010; Shadrin, Anufriieva, 2013). Осморегуляторные способности – возможно, гиперосмотик II порядка / вторичный конфоигиперосмотик I порядка (рис. 4.14).

Этот рачок выпал из фауны Аральского моря к 1974 г. (Андреев, 1989) в результате выедания планктофагами и вытеснения вселенной *Calanipeda aquaedulcis*. В 1998 г. этот рачок был найден в Малом Арале при солености >20‰ (Стуге, 2000, 2001). Он мог туда попасть из озер, расположенных в низовьях Сырдарьи (Рылов, Гладков, 1934). Тем не менее обратного вселения *A. salinus* не произошло, и сейчас он по-прежнему отсутствует в Арале (Плотников, 2013; Отчет ..., 2013; Toman et al., 2015).

***Phyllodiaptomus blanci* (Guerne et Richard, 1896)**

Распространение – пресноводный вид, свойственный Сино-Индийской области. В Аральском море был обычен в опресненных придельтовых районах (Боруцкий, 1974). Образ жизни – в планктоне, фито-детритофаг.

Соленостный толерантный диапазон – нет данных. Осморегуляторные способности – как и другие пресноводные *Copepoda*, возможно, гиперосмотик I порядка.

Этот вид выпал из фауны Аральского моря вследствие его осолонения. К настоящему времени уже произошла его естественная реинтродукция (вероятно, из озер, расположенных в низовьях Сырдарьи) в снизивший свою соленость Малый Арал (Отчет ..., 2013; Toman et al., 2015).

Отряд Cyclopoida Семейство CYCLOPIDAE

***Halicyclops rotundipes aralensis* Borutzky, 1971**

Синоним: *Halicyclops aequoreus* (Fischer, 1860)

Аральский подвида вида *Halicyclops rotundipes* Kiefer, 1935, известного из Средиземного моря и из заливов и лиманов Черного моря (Боруцкий, 1974). Распространение – по всему Аралу, немногочисленный вид. Образ жизни – в планктоне.

Соленостный толерантный диапазон – от пресной воды до 90‰. Осморегуляторные способности – вероятно, гиперосмотик II порядка / вторичный конфоигиперосмотик I порядка (рис. 4.15).

В 1990-х – начале 2000-х гг. этот вид по-прежнему присутствовал в Малом Арале. Из фауны превратившегося в гипергалинный водоем Большого Арала он выпал в конце 1990-х гг. (Андреев, Плотников, 1990; Плотников и др., 1991; Плотников, 1995; Orlova et

al., 1998; Aladin et al., 2000a; Аладин, Плотников, 2008; Плотников, 2013). В настоящее время этот рачок в Малом море не обнаружен (Отчет ..., 2013; Toman et al., 2015).

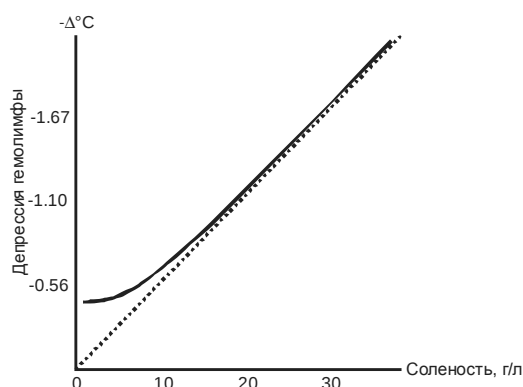


Рис. 4.15. Предполагаемая кривая осморегуляции *Halicyclops rotundipes aralensis*.

***Diacyclops bisetosus* (Rehberg, 1880)**

Синоним: *Acanthocyclops bisetosus* (Rehberg, 1880).

В «Атлас ...» (1974) этот вид не включен. Для Аральского моря он был указан только Т.А. Картуновой (1975, 1978), где был ею найден в районах с пониженной соленостью.

Распространение – широко распространенный в пресных водах Палеарктики вид. Образ жизни – в планктоне. Соленостный толерантный диапазон – от пресной воды, о верхней границе данных нет. Осморегуляторные способности – как и другие пресноводные Соперода, вероятно, гиперосмотик.

В настоящее время в снизившем свою соленость Малом Арале этот вид не найден (Плотников, 1995; Аладин, Плотников, 2008; Плотников, 2013), возможно, из-за своей крайней малочисленности. Из Большого Арала он исчез из-за осолонения.

***Megacyclops viridis* (Jurine, 1820)**

Синоним: *Acanthocyclops viridis* (Jurine, 1820).

Распространение – космополит, в пресных и реже в солоноватых водах. В Аральском море до его осолонения был обычным видом (Боруцкий, 1974). Образ жизни – в планктоне.

Соленостный толерантный диапазон: нижний предел – пресная вода, верхняя граница точно неизвестна, Н.З. Хусаинова (1958) встречала этого рачка в култуках при солености 50‰. Осморегуляторные способности – вероятно, конфогиперосмотик II порядка.

Возможно, что именно этот, ставший к тому времени редким, вид циклопов был найден в Малом море в 1989 г. (Andreev et al., 1992). В настоящее время присутствует в фауне Малого моря и не является там редким видом (Отчет ..., 2013; Toman et al., 2015). Из Большого Арала он к настоящему времени исчез из-за осолонения.

***Cyclops strenuus* Fischer, 1851**

Распространение – широко распространенный пресноводный вид. В Аральском море встречался только в опресненных предустьевых акваториях (Боруцкий, 1974). Образ жизни – в планктоне.

Соленостный толерантный диапазон – нет данных. Осморегуляторные способности – как и другие пресноводные Соперода, вероятно, гиперосмотик I порядка.

Вследствие осолонения Аральского моря этот вид выпал из его фауны. Сведений о присутствии этого вида в настоящее время в снизившем свою соленость Малом Аральском море нет. Если этот вид представлен в фауне озер, связанных с нижним

течением Сырдарьи, то не исключена возможность естественной реинтродукции этого вида оттуда в современный Малый Арал.

***Cyclops vicinus* Uljanin, 1875**

Распространение – озера Голарктики, пресноводный вид. В Аральском море был обычен зимой в опресненной зоне; при нормальной солености встречался единично (Боруцкий, 1974). Образ жизни – в планктоне.

Соленостный толерантный диапазон – нет данных. Осморегуляторные способности – как и другие пресноводные *Soropoda*, вероятно гиперосмотик I порядка.

Вследствие осолонения Аральского моря этот вид выпал из его фауны. Сведений о присутствии этого вида в настоящее время в снизившем свою соленость Малом Аральском море нет. К настоящему времени произошла его естественная реинтродукция (возможно, из озер, связанных с нижним течением Сырдарьи) в снизивший свою соленость Малый Арал (Отчет ..., 2013; Toman et al., 2015).

***Eucyclops macrurus* (G. O. Sars, 1863)**

Распространение – пресноводный вид. В Аральском море встречался только в его предустьевых опресненных участках (Боруцкий, 1974). Образ жизни – в планктоне.

Соленостный толерантный диапазон – нет данных. Осморегуляторные способности – как и другие пресноводные *Soropoda*, вероятно, гиперосмотик I порядка.

Вследствие осолонения Аральского моря этот вид выпал из его фауны. Сведений о присутствии этого вида в настоящее время в снизившем свою соленость Малом Аральском море нет. Если этот вид представлен в фауне озер, связанных с нижним течением Сырдарьи, то не исключена возможность естественной реинтродукции этого вида оттуда в современный Малый Арал.

***Eucyclops serrulatus* (Fischer, 1851)**

Распространение – пресноводный вид. В Аральском море встречался только в его предустьевых опресненных участках (Боруцкий, 1974). Образ жизни – в планктоне.

Соленостный толерантный диапазон – нет данных. Осморегуляторные способности – как и другие пресноводные *Soropoda*, вероятно, гиперосмотик I порядка.

Вследствие осолонения Аральского моря этот вид выпал из его фауны. Сведений о присутствии этого вида в настоящее время в снизившем свою соленость Малом Аральском море нет. Если этот вид представлен в фауне озер, связанных с нижним течением Сырдарьи, то не исключена возможность естественной реинтродукции этого вида оттуда в современный Малый Арал.

***Macrocyclus albidus* (Jurine, 1820)**

Распространение – пресноводный вид. В Аральском море встречался только в его предустьевых опресненных участках (Боруцкий, 1974). Образ жизни – в планктоне.

Соленостный толерантный диапазон – нет данных. Осморегуляторные способности – как и другие пресноводные *Soropoda*, вероятно, гиперосмотик I порядка.

Вследствие осолонения Аральского моря этот вид выпал из его фауны. Сведений о присутствии этого вида в настоящее время в снизившем свою соленость Малом Аральском море нет. Если этот вид представлен в фауне озер, связанных с нижним течением Сырдарьи, то не исключена возможность естественной реинтродукции этого вида оттуда в современный Малый Арал.

***Macrocyclus fuscus* (Jurine, 1820)**

Распространение – пресноводный вид. В Аральском море встречался только в его предустьевых опресненных участках (Боруцкий, 1974). Образ жизни – в планктоне.

Соленостный толерантный диапазон – нет данных. Осморегуляторные способности – как и другие пресноводные *Sorperoda*, вероятно гиперосмотик I порядка.

Вследствие осолонения Аральского моря этот вид выпал из его фауны. Сведений о присутствии этого вида в настоящее время в снизившем свою соленость Малом Аральском море нет. Если этот вид представлен в фауне озер, связанных с нижним течением Сырдарьи, то не исключена возможность естественной реинтродукции этого вида оттуда в современный Малый Арал.

***Mesocyclops leuckarti* (Claus, 1857)**

Распространение – широко распространенный обитатель пресных и солоноватых вод. В Арале он входил в число массовых видов и встречался по всему морю (Боруцкий, 1974). Образ жизни – в планктоне.

По современным данным этот таксон представляет собой комплекс видов (Коровчинский, 1993). Какой из них обитает в Арале, пока остается неисследованным.

Соленостный толерантный диапазон точно неизвестен: нижний предел – пресная вода, верхний – возможно, около 14–15‰ (Андреев, 1989). Осморегуляторные способности – как и другие пресноводные *Sorperoda*, вероятно, гиперосмотик I порядка.

Вследствие осолонения выпал из фауны Арала в период 1972–1975 гг. (Андреев, 1989). В 1994–1998 гг. он был найден в опресненной части Малого моря (Stuge, Saduakasova, 2005). Туда этот рачок мог попасть со стоком Сырдарьи из озер, связанных с ее нижним течением, в фауне которых он присутствует (Рылов, Гладков, 1934) этот вид циклопов. В настоящее время этот вид присутствует в фауне Малого моря и уже не является редким (Отчет ..., 2013; Toman et al., 2015). Существование этого вида в гипергалинном Большом Арале невозможно.

***Microcyclops bicolor* (Sars G.O., 1863)**

Синоним: *Cryptocyclops bicolor* (Sars G.O., 1863).

Распространение – пресноводный вид. В Аральском море встречался только в его предустьевых опресненных участках (Боруцкий, 1974). Образ жизни – в планктоне.

Соленостный толерантный диапазон – нет данных. Осморегуляторные способности – как и другие пресноводные *Sorperoda*, вероятно, гиперосмотик I порядка.

Этот вид выпал из фауны Аральского моря вследствие его осолонения. Сведений о присутствии в настоящее время данного вида в снизившем свою соленость Малом Арале нет. Если этот вид представлен в фауне озер, связанных с нижним течением Сырдарьи, то не исключена возможность естественной реинтродукции этого вида оттуда в современный Малый Арал. Существование этого вида в гипергалинном Большом Арале невозможно.

***Thermocyclops crassus* (Fischer, 1853)**

Распространение – широко распространенный пресноводный вид. В Аральском море встречался только в его предустьевых опресненных участках (Боруцкий, 1974). Образ жизни – в планктоне.

Соленостный толерантный диапазон – нет данных. Осморегуляторные способности – как и другие пресноводные *Sorperoda*, вероятно, гиперосмотик I порядка.

Этот вид выпал из фауны Аральского моря вследствие его осолонения. Сведений о присутствии в настоящее время данного вида в снизившем свою соленость Малом Арале нет. Если этот вид представлен в фауне озер, связанных с нижним течением Сырдарьи, то не исключена возможность естественной реинтродукции этого вида оттуда в современный Малый Арал. Существование этого вида в гипергалинном Большом Арале невозможно.

***Thermocyclops dybowskii* (Lande, 1890)**

Распространение – пресноводный вид. В Аральском море встречался только в его предустьевых опресненных участках (Боруцкий, 1974). Образ жизни – в планктоне.

Соленостный толерантный диапазон – нет данных. Осморегуляторные способности – как и другие пресноводные *Soropoda*, вероятно, гиперосмотик I порядка.

Этот вид выпал из фауны Аральского моря вследствие его осолонения. Сведений о присутствии в настоящее время данного вида в снизившем свою соленость Малом Арале нет. Если этот вид представлен в фауне озер, связанных с нижним течением Сырдарьи, то не исключена возможность естественной реинтродукции этого вида оттуда в современный Малый Арал. Существование этого вида в гипергалинном Большом Арале невозможно.

***Tropocyclops prasinus* (Fischer, 1860)**

Распространение – пресноводный вид. В Аральском море встречался только в его предустьевых опресненных участках (Боруцкий, 1974). Образ жизни – в планктоне.

Соленостный толерантный диапазон – нет данных. Осморегуляторные способности – как и другие пресноводные *Soropoda*, вероятно, гиперосмотик I порядка.

Этот вид выпал из фауны Аральского моря вследствие его осолонения. Сведений о присутствии в настоящее время данного вида в снизившем свою соленость Малом Арале нет. Если этот вид представлен в фауне озер, связанных с нижним течением Сырдарьи, то не исключена возможность естественной реинтродукции этого вида оттуда в современный Малый Арал. Существование этого вида в гипергалинном Большом Арале невозможно.

Отряд Harpacticoida

Образ жизни представителей этого отряда – донный, питаются одноклеточными или мелкими колониальными водорослями, а также донными диатомовыми, бактериями и детритом. Осморегуляторные способности не изучались. Вероятно, являются осмоконформерами. Также нельзя исключить возможность гиперосмотической регуляции в гипотонической среде.

Семейство ECTINOSOMATIDAE

***Halectinosoma abrau* (Kritchagin, 1873)**

Возможно, что В.И. Мейснер (1906) указал для Арала данный вид как *Ectinosoma edwardsi* (Richard, 1890).

Распространение – широко распространенный вид. В Аральском море встречался в опресненных предустьевых пространствах (Боруцкий, 1974).

Соленостный толерантный диапазон – о нижней границе данных нет (может быть близкой к пресной воде), верхняя граница – возможно, 14–15‰ (Андреев, 1989).

В 1994–1998 гг. этот рачок был найден только в Малом Арале (Stuge et al., 1998; Stuge, Saduakasova, 2005). Из Большого Арала он исчез из-за осолонения, и его существование там невозможно.

Семейство DIOSACCIDAE

***Schizopera aralensis* Borutzky, 1971**

Распространение – считается эндемиком Аральского Моря. Обитал в литорали и пелагиали (Боруцкий, 1974).

Соленостный толерантный диапазон – о нижней границе данных нет, верхняя граница – возможно, 18‰ (Андреев, 1989).

В настоящее время этот вид встречается (Stuge, Saduakasova, 2005) только в Малом Аральском море, из Большого Арала он исчез из-за осолонения, и его существование там невозможно.

***Schizopera jugurtha* (Blanchard et Richard, 1891)**

Распространение – соленые водоемы Европы, Азии, Африки (Боруцкий, 1974).

Соленостный толерантный диапазон – о нижней границе данных нет, верхняя граница – возможно, 15‰ (Андреев, 1989).

Данных о наличии данного вида в Малом Аральском море в настоящее время нет, из Большого Арала он исчез из-за осолонения, и его существование там невозможно.

***Schizopera reducta* Borutzky, 1971**

Распространение – считается эндемиком Аральского Моря (Боруцкий, 1974).

Соленостный толерантный диапазон – о нижней границе данных нет, верхняя граница – возможно, 18‰ (Андреев, 1989).

Данных о наличии данного вида в Малом Аральском море в настоящее время нет, из Большого Арала он исчез из-за осолонения, и его существование там невозможно.

Семейство AMEIRIDAE

***Nitocra lacustris* (Schmankewitsch, 1875)**

Распространение – всеветно в континентальных соленых водоемах. В Аральском море встречался по всей его акватории (Боруцкий, 1974).

Соленостный толерантный диапазон – о нижней границе сведений нет, верхняя граница – до 140‰ (Боруцкий, 1952; Loffler, 1961). Широко эвригалинный галотолерантный вид.

Этот рачок сохраняется в фауне Малого Арала (Stuge et al., 1998; Стуге, 2001), хотя в современном гипергалинном Большом Арале он не найден (Mokievsky, Miljutina, 2011).

***Nitocra hibernica* (Brady, 1880)**

Распространение – пресные воды Европы, обитает также в опресненных участках Черного, Азовского и Каспийского морей. В Аральском море встречался в его опресненных дельтовых участках (Боруцкий, 1974).

Соленостный толерантный диапазон – о нижней границе сведений нет, верхняя граница – возможно, около 25‰ (Андреев, 1989).

Этот рачок был отмечен в период 1994–1998 гг. в опресненной части Малого Арала (Stuge et al., 1998). Из Большого Арала он исчез из-за осолонения, и его существование там невозможно.

Семейство CANTHOCAMPTIDAE

***Mesochra aestuarii aralensis* Borutzky, 1927**

Синонимы: *Mesochra aralensis* Borutzky, 1927, *Mesochra aestuarii* Gurney, 1921.

Распространение – предустьевые пространства и лагуны Атлантики, Черного и Балтийского морей. В Аральском море встречался по всей его акватории (Боруцкий, 1974).

Соленостный толерантный диапазон – о нижней границе сведений нет, верхняя граница – возможно, около 25‰ (Андреев, 1989).

Этот рачок был отмечен в 1998 г. в Малом Арале (Стуге, 2001) при солености >20‰. Из Большого Арала он исчез из-за осолонения, и его существование там невозможно.

***Moraria mrazeki* T. Scott, 1902**

В «Атлас беспозвоночных Аральского моря» (1974) этот вид не включен. Для фауны Аральского моря он указан только у В.И. Мейснера (1906). Возможно, что под этим названием им был определен *Mesochra aestuarii aralensis* Borutzky.

Семейство LAOPHONTIDAE

***Onychocamptus mohammed* (Blanchard et Richard, 1891)**

Синоним: *Laophonte mohammed* Blanchard et Richard, 1891.

Распространение – космополит, обитатель солоноватых и опресненных вод. В Аральском море встречался по всей его акватории (Боруцкий, 1974).

Соленостный толерантный диапазон – о нижней границе данных нет (может быть близкой к пресной воде), верхняя граница – возможно, около 25‰ (Андреев, 1989).

Этот рачок встречался в период 1994–1998 гг. в опресненной части Малого Арала (Stuge et al., 1998). Из Большого Арала он исчез из-за осолонения, и сейчас его существование там невозможно.

Семейство CLETODIDAE

***Cletocamptus retrogressus* Schmankewitsch, 1875**

Синоним: *Wolterstorffia blanchardi* (Richard, 1889).

Распространение – морской средиземноморский вид, обитатель литорали. Встречается также в континентальных водах с высокой минерализацией. В Аральском море этот вид был редким (Боруцкий, 1974).

Соленостный толерантный диапазон – о нижней границе данных нет, верхний предел >200‰ (Шадрин, 2012). Широко эвригалинный галотолерантный вид.

В настоящее время сохраняется в фауне Аральского моря, включая Большой Арал (Стуге, 2002; Mirabdullayev et al., 2004; Mokievsky, Miljutina, 2011), где в настоящее время это единственный достоверно известный вид Harpacticoida.

***Cletocamptus confluens* (Schmeil, 1894)**

Синоним: *Wolterstorffia confluens* Schmeil, 1894.

Распространение – морской вид. Встречается также в континентальных водах при высокой минерализации. В Аральском море встречался в прибрежье и был редким видом (Боруцкий, 1974).

Соленостный толерантный диапазон – о нижней границе нет данных, верхний предел – 130‰ (Carrasco, Perisinotto, 2012). Широко эвригалинный галотолерантный вид.

Сведений о нахождении данного вида в Аральском море в настоящее время нет, но он может присутствовать в фауне как Малого, так и Большого Арала.

***Limnocletodes behningi* Borutzky, 1926**

Распространение – Каспий, Арал, опресненные участки Азово-Черноморского бассейна, поднимается в реки, оз. Иссык-Куль, водоемы Сев. Китая. В Аральском море встречался по всей его акватории (Боруцкий, 1974).

Соленостный толерантный диапазон – от пресной воды, относительно верхней границы данных нет.

Сведений о наличии данного вида в Малом Аральском море в настоящее время нет, из Большого Арала он исчез из-за осолонения, и его существование там невозможно.

***Nannopus palustris* Brady, 1880**

Синоним: *Ilyophilus flexibilis* Lilljeborg, 1902.

Распространение – литораль морей северного полушария, Каспий, Арал. В пресных водах встречается только в предустьевых пространствах (Боруцкий, 1974).

Соленостный толерантный диапазон – нет данных.

Этот рачок встречался в период 1994–1998 гг. в опресненной части Малого Арала (Stuge et al., 1998). Из Большого Арала он исчез из-за осолонения, и его существование там невозможно.

***Enhydrosoma birsteini* Borutzky, 1971**

Распространение – считается эндемиком Аральского моря (Боруцкий, 1974).

Соленостный толерантный диапазон – нет данных.

Данных о наличии данного вида в Малом Аральском море в настоящее время нет, из Большого Арала он исчез из-за осолонения, и его существование в гипергалинной среде невозможно.

Семейство DARCYTHOMPSONIIDAE

***Leptocaris brevicornis* (Van Douwe, 1905)**

Распространение – в континентальных водоемах. Европа, дельта Дуная, Кубанские лиманы, оз. Иссык-Куль. В Аральском море встречался в прибрежной зоне, в зарослях макрофитов (Боруцкий, 1974).

Соленостный толерантный диапазон – нет данных.

Данных о наличии данного вида в Малом Аральском море в настоящее время нет, из Большого Арала он исчез из-за осолонения, и его существование там невозможно.

Семейство LEPTASTACIDAE

***Paraleptastacus spinicauda trisetosus* Noodt, 1954**

Синоним: *Paraleptastacus spinicaudus triseta* Noodt, 1954.

Подвид широко распространенного в Восточной Атлантике морского вида *Paraleptastacus spinicauda* (Scott, 1895). Распространение – Черное и Аральское моря. В Арале встречался на песчаных грунтах литорали (Боруцкий, 1974).

Соленостный толерантный диапазон – нет данных.

Данных о наличии данного вида в Малом Аральском море в настоящее время нет, из Большого Арала он исчез из-за осолонения, и его существование в гипергалинной среде невозможно.

4.2.9.3. Ракушковые ракообразные (Ostracoda)

Ракушковые ракообразные в аборигенной фауне были представлены 11 видами остракод, из которых самым распространенным был *Cyprideis torosa* (Jones) (Шорников, 1973, 1974). Образ жизни – донный, всеядные детритофаги.

Тип ARTHROPODA

Подтип Crustacea

Класс Ostracoda

Отряд Podocopida

Семейство DARWINULIDAE

***Darwinula stevensoni* (Brady et Robertson, 1870)**

Распространение – космополит; пресноводный вид, встречающийся в пресных и солоноватых водах. В Аральском море обитал в опресненных районах аванделът рек (Шорников, 1973, 1974).

Соленостный толерантный диапазон – от пресной воды до >15‰ (рис. 4.16). Осморегуляторные способности – осморегулятор, гиперосмотик II порядка (Аладин, 1996).

Этот вид выпал из фауны Аральского моря вследствие его осолонения. В настоящее время не исключена возможность естественной реинтродукции этого вида в снизивший соленость современный Малый Арал.

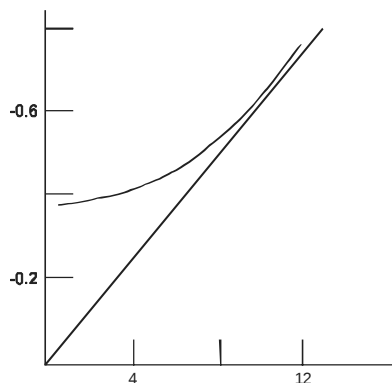


Рис. 4.16. Кривая осморегуляции *Darwinula stevensoni* (из: Аладин, 1983а).

Семейство CANDONIDAE

***Pseudocandona marchica* (Hartwig, 1899)**

Синоним: *Candona marchica* Hartwig, 1899.

Распространение – водоемы Палеарктики. Пресноводный эвригалинный вид. В Аральском море обитал в его опресненных участках среди макрофитов (Шорников, 1974).

Соленостный толерантный диапазон – от 0.2 до >17‰. Осморегуляторные способности – осморегулятор, гиперосмотик II порядка (Аладин, 1996) (рис. 4.17).

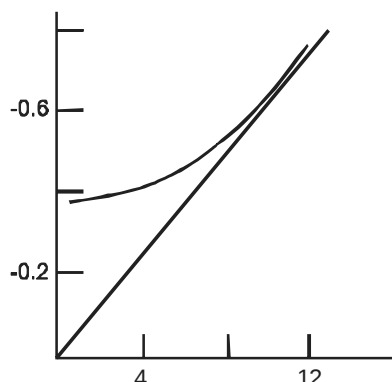


Рис. 4.17. Кривая осморегуляции *Pseudocandona marchica* (из: Аладин, 1983а).

Этот вид выпал из фауны Аральского моря вследствие его осолонения. В настоящее время не исключена возможность естественной реинтродукции этого вида в снизивший соленость современный Малый Арал.

Семейство CYPRIDIDAE

***Cyclocypris laevis* (O.F. Müller, 1776)**

Распространение – убикист, населяет пресные и солоноватые воды. В Аральском море обитал в его опресненных участках среди макрофитов (Шорников, 1974).

Соленостный толерантный диапазон – от пресной воды до 19‰. Осморегуляторные способности – осморегулятор, гиперосмотик II порядка / вторичный конфогиперосмотик I порядка (Аладин, 1996) (рис. 4.18).

Этот вид выпал из фауны Аральского моря вследствие его осолонения к 1975 г. (Аладин, 1991). Не исключена возможность естественной реинтродукции этого вида в снизивший соленость современный Малый Арал.

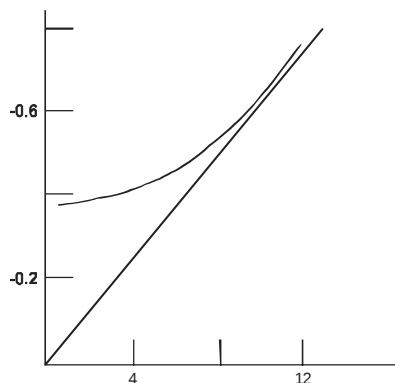


Рис. 4.18. Кривая осморегуляции *Cyclocypris laevis* (из: Аладин, 1983а).

Семейство CYPRIDOPSIDAE

***Plesiocypridopsis newtoni* (Brady et Robertson, 1870)**

Распространение – водоемы Палеарктики.

Соленостный толерантный диапазон – от 0.3 до 15.7‰ (De Deckker, 1981). Осморегуляторные способности – осморегулятор, гиперосмотик II порядка / вторичный конфогиперосмотик I порядка (Аладин, 1996) (рис. 4.19).

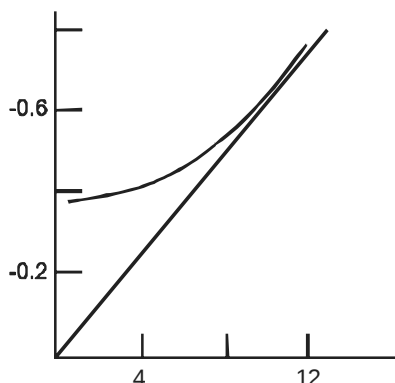


Рис. 4.19. Кривая осморегуляции *Plesiocypridopsis newtoni* (из: Аладин, 1983а).

Этот вид выпал из фауны Аральского моря вследствие его осолонения к 1975 г. (Аладин, 1991). Не исключена возможность естественной реинтродукции этого вида в снизивший соленость современный Малый Арал.

Семейство CYTHERIDEIDAE

***Cyprideis torosa* (Jones, 1850)**

Синоним: *Cyprideis littoralis* (Brady, 1938).

Распространение – Европа, Запад Азии, Северная Африка. Широко эвригалинный вид, встречающийся от пресных до гипергалинных вод. В Аральском море он представлен имеющей пресноводное происхождение формой *C. torosa amphiosmotica* (Аладин, 1989в), и является там самым многочисленным и наиболее распространенным видом ракушковых ракообразных (Шорников, 1973, 1974).

Соленостный толерантный диапазон – от пресной воды до 104‰. Осморегуляторные способности – осморегулятор, амфиосмотик IV порядка (Аладин, 1989в) (рис. 4.20).

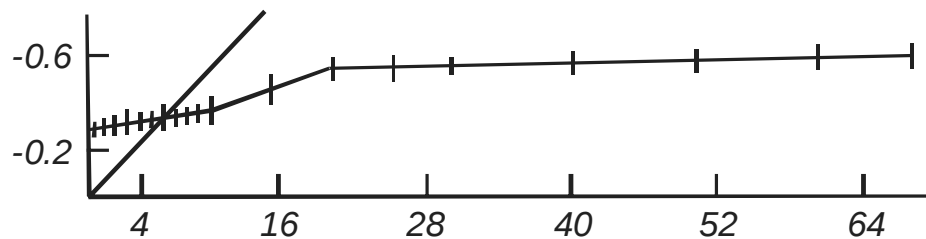


Рис. 4.20. Кривая осморегуляции *Cyprideis torosa amphiosmotica* (из: Аладин, 1989в).

В настоящее время этот рачок присутствует в фауне Малого Аральского моря и сохранится при любом дальнейшем снижении его солености. К настоящему времени он мог выпасть из фауны Большого Арала вследствие осолонения.

Семейство LEPTOCYTHERIDAE

***Amnicythere cymbula* (Livental, 1929)**

Синоним: *Leptocythere cymbula* (Livental, 1929).

Распространение – Арал, Каспийское море и Азово-Черноморский бассейн. Был распространен по всему Аральскому морю (Шорников, 1974).

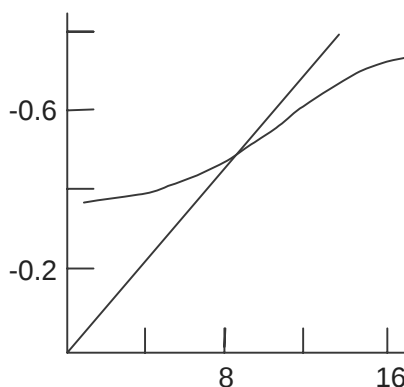


Рис. 4.21. Кривая осморегуляции *Amnicythere cymbula* (из: Аладин, 1983а).

Соленостный толерантный диапазон – от пресной воды до 18.3‰ (Шорников, 1969, 1974; Аладин, 1983). Осморегуляторные способности – осморегулятор, гиперосмотик II порядка (Аладин, 1996) (рис. 4.21).

Этот вид выпал из фауны Аральского моря вследствие его осолонения. Не исключена возможность естественной реинтродукции этого вида в снизивший соленость современный Малый Арал.

Семейство HEMICYTHERIDAE

***Tyrrhenocythere amnicola donetziensis* (Dubowsky, 1926)**

Синоним: *Hemicythere sicula* (Brady, 1902).

Соленостный толерантный диапазон – от пресной воды до 18.3‰. Осморегуляторные способности – осморегулятор, амфиосмотик I порядка (Аладин, 1996) (рис. 4.22).

Этот вид выпал из фауны Аральского моря вследствие его осолонения. Не исключена возможность естественной реинтродукции этого вида в снизивший соленость современный Малый Арал.

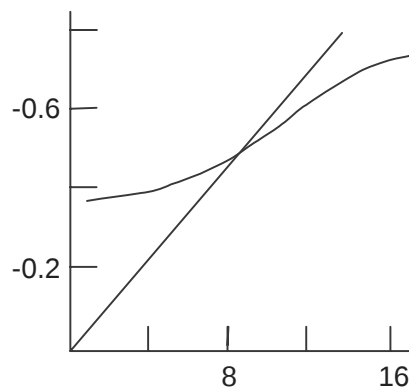


Рис. 4.22. Кривая осморегуляции *Tyrrhenocythere amnicola donetziensis* (из: Аладин, 1983а).

Семейство LIMNOCYThERIDAE

***Limnocythere (Limnocythere) dubiosa* Daday, 1903**

Бронштейн (1947) указал этот вид для Арала, но Е.И. Шорников (1973, 1974) его не обнаружил. Распространение – Малая Азия, Иссык-Куль, Крым; галобионт.

Соленостный толерантный диапазон – нет данных. Осморегуляторные способности – осморегулятор, данных о типе осморегуляции нет. В настоящее время в Аральском море этот вид не найден.

***Limnocythere (Limnocythere) inopinata* (Baird, 1850)**

Распространение – Палеарктика, в пресных и слабосоленых водоемах, обычен в реках. В Аральском море встречался вблизи устьев рек и в прибрежье среди водорослей (Шорников, 1974).

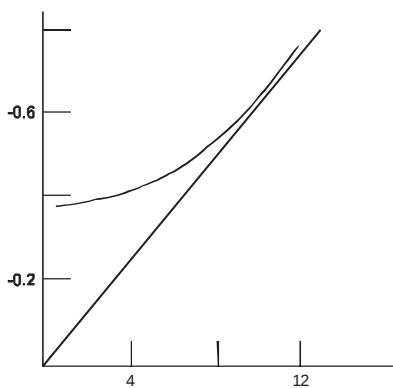


Рис. 4.23. Кривая осморегуляции *Limnocythere (Limnocythere) inopinata* (из: Аладин, 1983а).

Соленостный толерантный диапазон – от пресной воды до 20‰. Осморегуляторные способности – осморегулятор, гиперосмотик II порядка / вторичный конфогиперосмотик I порядка (Аладин, 1996) (рис. 4.23).

Этот вид выпал из фауны Аральского моря вследствие его осолонения к 1975 г. (Аладин, 1991). Не исключена возможность естественной реинтродукции этого вида в снизивший соленость современный Малый Арал.

***Galolimnocythere aralensis* Schornikov, 1973**

Синоним: *Limnocythere (Galolimnocythere) aralensis* Schornikov, 1973

Распространение – Аральское море, возможно, обитает в оз. Шелкар и в дельте Дона; галобионт (Шорников, 1974).

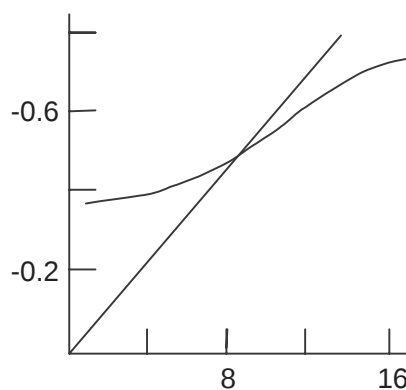


Рис. 4.24. Кривая осморегуляции *Galolimnocythere aralensis* (из: Аладин, 1983а).

Соленостный толерантный диапазон – от 5 до 22‰. Осморегуляторные способности – осморегулятор, амфиосмотик I порядка (рис. 4.24).

Этот вид выпал из фауны Аральского моря вследствие его осолонения к 1975 г. (Аладин, 1991). Не исключена возможность естественной реинтродукции этого вида в снизивший соленость современный Малый Арал.

Семейство LOXOCONCHIDAE

***Loxoconchissa (Loxocaspia) immodulata* (Stepanaitys, 1958)**

Распространение – кроме Арала в Северном Каспии, в р. Северский Донец, створки обнаружены в дельте Дона и в опресненной части Днестровского лимана (Шорников, 1973, 1974).

Соленостный толерантный диапазон – нет данных. Осморегуляторные способности – осморегулятор, тип осморегуляции неизвестен.

Этот вид выпал из фауны Аральского моря вследствие его осолонения к 1975 г. (Аладин, 1991). Не исключена возможность естественной реинтродукции этого вида в снизивший соленость современный Малый Арал.

4.2.9.3. Высшие ракообразные (Malacostraca)

Высшие ракообразные в аборигенной фауне были представлены единственным видом – бокоплавом *Dikerogammarus aralensis* (Uljanin) (Романова, 1974).

Тип ARTHROPODA

Подтип Crustacea

Класс Malacostraca

Отряд Amphipoda

Семейство GAMMARIDAE

***Dikerogammarus aralensis* (Uljanin, 1875)**

Синонимы: *Gammarus aralensis* Uljanin, 1875; *Turcogammarus aralensis* (Uljanin, 1875); *Pontogammarus aralensis* (Uljanin, 1875).

Распространение – Понто-Арало-Каспий. Образ жизни – донный. Широко эвригалинный вид. В Каспии массовым видом был в заливах Комсомолец и Мертвый Култук при 50‰ (Бенинг, 1937). В Аральском море встречался во всем диапазоне

соленостей – от опресненных районов до гипергалинных акваторий култуков (Хусаинова, 1958).

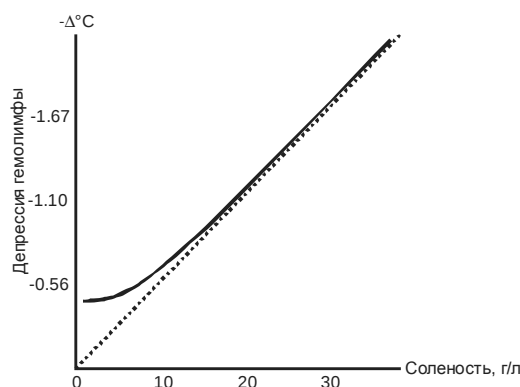


Рис. 4.25. Предполагаемая кривая осморегуляции *Dikerogammarus aralensis*.

Соленостный толерантный диапазон – от пресной воды до >55‰. Осморегуляторные способности – осморегулятор, конфогиперосмотик (Bayly, 1972; Аладин, 1990) II порядка (рис. 4.25).

В настоящее время в самом Аральском море этот бокоплав не встречается. Он был вытеснен к 1973 г. случайно интродуцированной креветкой *Palaemon elegans* (Мордухай-Болтовской, 1972; Андреева, 1989), но сохранился (Филиппов и др., 1993) в низовье Сырдарьи, а также обитает в озерах Акшатауской и Камышлыбашской систем (Отчет ..., 2013). При сохранении креветки в Малом Арале естественная реинтродукция этого бокоплава невозможна.

4.2.10. Водяные клещи (Hydracarina)

Образ жизни водяных клещей – донный. Хищники; высасывают рачков, личинок насекомых и т.п.

Соленостные толерантные диапазоны представленных в фауне Аральского моря видов неизвестны. Осморегуляторные способности – данных нет, возможно, являются осморегуляторами.

После издания «Атласа ...» (1974) фауна водяных клещей больше не изучалась, и какие-либо сведения о ее современном составе отсутствуют. Оставшиеся неопределенными представители этой группы были найдены во 2-й половине 1990-х гг. в опресненной восточной части Малого Арала (Stuge, Saduakasova, 2005). В гипергалинном Большом Арале водяные клещи выживать не могут, и там их нет.

Тип ARTHROPODA
Подтип Arachnomorpha
Класс Arachnida

Eylais rimosa Piersig, 1899

Распространение – пресноводный вид водяных клещей, обитающий в стоячих водоемах. В Аральском море был найден в опресненном Муйнакском заливе (Янковская, 1974).

Hydrodroma despiciens (O. F. Müller, 1776)

Распространение – пресноводный вид водяных клещей, космополит. В Аральском море был найден в его южной части (Янковская, 1974).

***Limnesia undulata* (O. F. Müller, 1776)**

Распространение – пресноводный вид водяных клещей, обитающий в стоячих водоемах. В Аральском море был найден в опресненном Муйнакском заливе (Янковская, 1974).

***Arrenurus s. str. tricuspидator* (O. F. Müller, 1776)**

Распространение – пресноводный вид водяных клещей, обитающий в стоячих водоемах. В Аральском море был найден в опресненном Муйнакском заливе (Янковская, 1974).

***Hydryphantes s. str. crassipalpis* Kōenike, 1914**

Распространение – пресноводный вид водяных клещей. В Аральском море был найден в его южной части (Янковская, 1974).

***Hydryphantes (Polyhydryphantes) flexuosus* (Kōenike, 1885)**

Распространение – пресноводный вид водяных клещей. В Аральском море был найден в его южной части (Янковская, 1974).

***Copidognathus (s. str.) oxianus* Viets, 1928**

Распространение – морской вид водяных клещей. Встречается в европейских водах, Средиземном, Каспийском морях и встречался в Аральском (Янковская, 1974).

4.2.11. Личинки насекомых (Insecta)

Тип ARTHROPODA

Подтип Hexapoda

Класс Insecta

Отряд Trichoptera

Семейство PHRYGANEIDAE

***Agrypnetes crassicornis* MacLachlan, 1876**

Синоним: *Prophryganea crassicornis* MacLachlan, 1876.

Распространение – личинки этого вида ручейников обитают в стоячих солоноватых водоемах Европы, Урала, Средней Азии, Закавказья, Монголии.

Образ жизни личинок – донный, в трубчатых домиках из частиц растений, створок раковин моллюсков, известковых корочек (Сибирцева, 1974), детритофаги.

Соленостный толерантный диапазон – нижняя граница неизвестна, верхняя – не ниже 24‰ (Деньгина, 1959а). Осморегуляторные способности – осморегулятор, возможно, амфиосмотик.

Этот вид выпал из фауны Аральского моря из-за его осолонения в 1972–1975 гг. (Андреева, 1989). В настоящее время сведений о наличии или отсутствии этого вида ручейников в снизившем соленость Малом Арале нет. Возможна естественная реинтродукция этого вида в Малое море.

Семейство LEPTOCERIDAE

***Oecetis intima* MacLachlan, 1877**

Распространение – личинки этого вида ручейников являются галофилами, обитают в Каспийском море, оз. Балхаш, Арале и других стоячих солоноватых и соленых водоемах.

Образ жизни личинок – донный, в трубчатых домиках из песчинок (Сибирцева, 1974), детритофаги.

Соленостный толерантный диапазон – нижняя граница неизвестна, верхняя – не ниже 24‰ (Деньгина, 1959а). Осморегуляторные способности – осморегулятор, возможно, амфиосмотик.

Этот вид выпал из фауны Аральского моря из-за его осолонения в 1978–1979 гг. (Андреева, 1989). В настоящее время сведений о наличии или отсутствии этого вида ручейников в снизившем соленость Малом Арале нет. Возможна естественная реинтродукция этого вида в Малое море.

Отряд Diptera Семейство CHIRONOMIDAE

Личинки Chironomidae были одной из основных групп в донной фауне Арала и встречались почти по всей его акватории. Из 18 видов (Беянина, Константинов, 1974) наиболее широко распространенным был *Chironomus behningi* (Яблонская, 1960а, 1960б).

***Corynoneura* sp. Tschern.**

Распространение – Палеарктика. Личинки этого вида в Аральском море встречались среди макрофитов и обрастаний (Беянина, Константинов, 1974). Образ жизни личинок – донный, детритофаги.

Соленостный толерантный диапазон неизвестен. В Арале встречались при соленостях от пресной воды до 5‰ (Беянина, Константинов, 1974). Осморегуляторные способности – осморегулятор, по-видимому, гиперосмотик.

Этот вид хирономид выпал из фауны Аральского моря в 1972–1975 гг. (Андреева, 1989). Возможна естественная реинтродукция этого вида в Малое море. В настоящее время сведений о наличии этого вида в Малом Арале нет.

***Cricotopus* gr. *silvestris* Fabricius**

Распространение – Палеарктика, широко распространенный вид. Личинки этого вида в Аральском море встречались среди водной растительности (Беянина, Константинов, 1974). Образ жизни личинок – донный, детритофаги.

Соленостный толерантный диапазон личинок неизвестен. В Арале они были найдены при соленостях от 5 до 11‰ (Беянина, Константинов, 1974). Осморегуляторные способности – осморегулятор, гиперосмотик.

Этот вид хирономид выпал из фауны Аральского моря в 1972–1975 гг. (Андреева, 1989). Возможна естественная реинтродукция этого вида в Малое море. В настоящее время сведений о наличии этого вида в Малом Арале нет.

***Cricotopus* gr. *algarum* Kieffer, 1911**

В «Атласе беспозвоночных Аральского моря» (1974) этот вид не упоминается, но он был найден Р.С. Деньгиной (1959а) в култуках Акпеткинского (Карабайли) архипелага.

Распространение – Палеарктика, широко распространенный вид. Образ жизни личинок – донный, детритофаги.

Соленостный толерантный диапазон личинок неизвестен. В Арале они встречались при соленостях, не превышавших 20‰ (Деньгина, 1959а). Осморегуляторные способности – осморегулятор, по-видимому, амфиосмотик.

Этот вид хирономид выпал из фауны Аральского моря. Возможна естественная реинтродукция этого вида в Малое море. В настоящее время сведений о наличии этого вида в Малом Арале нет.

***Orthocladius thienemanni* Kieffer & Thienemann, 1906**

В «Атласе беспозвоночных Аральского моря» (1974) этот вид не упоминается, хотя он был найден в Арале А.Л. Бенингом (1935).

Образ жизни личинок – донный, детритофаги.

Соленостный толерантный диапазон личинок неизвестен. Осморегуляторные способности – осморегулятор, гиперосмотик.

В настоящее время сведений о наличии этого вида в Малом Арале нет.

***Chironomus behningi* Goetghebuer, 1928**

Распространение – Палеарктика. В Аральском море был массовым видом (Бенинг, 1935). Образ жизни личинок – донный, детритофаги. Соленостный толерантный диапазон личинок неизвестен.

Осморегуляторные способности – осморегулятор, возможно, амфиосмотик.

Этот вид хирономид выпал из фауны Аральского моря в 1972–1975 гг. (Андреева, 1989). К настоящему времени произошла естественная реинтродукция этого вида в Малый Арал (Отчет ..., 2013; Toman et al., 2015).

***Chironomus halophylus* Packard, 1873**

Распространение – Палеарктика, личинки обитают в соленых водоемах, как в континентальных, так и в морских (Neumann, 1961). Образ жизни личинок – донный, детритофаги.

Соленостный толерантный диапазон личинок – от 0.1‰ до не менее 20‰ (Neumann, 1961). Осморегуляторные способности – осморегулятор, амфиосмотик.

Из Большого Аральского моря исчез из-за осолонения. Сведений о наличии или отсутствии в настоящее время этого вида в Малом Арале нет. Возможна естественная реинтродукция этого вида в Малый Арал.

***Chironomus salinarius* Kieffer, 1915**

Этот вид был ранее указан для фауны Аральского моря (Бенинг, 1935; Деньгина, 1959а), но в «Атлас ...» (1974) он не включен.

Распространение – личинки обитают в соленых водоемах Палеарктики. Образ жизни личинок – донный, детритофаги.

Соленостный толерантный диапазон личинок – нижняя граница примерно 1‰, способен выдерживать соленость порядка 100‰. Осморегуляторные способности – осморегулятор, амфиосмотик (Neumann, 1961) (рис. 4.26).

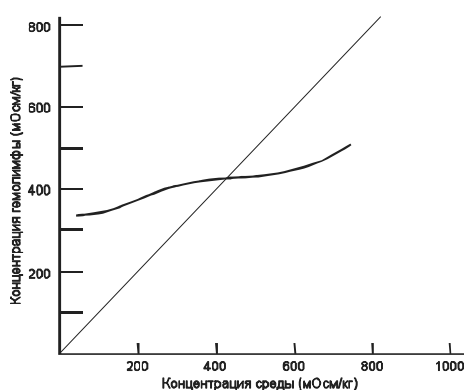


Рис. 4.26. Кривая осморегуляции *Chironomus salinarius*. (по: Neumann, 1961)

В настоящее время в гипергалинном Большом Аральском море этот вид отсутствует (Mokievsky, Miljutina, 2011). Сведений о наличии этого вида в Малом Арале нет.

***Chironomus gr. reductus* Lenz.**

Указан для Аральского моря только А.Л. Бенингом (1935). В «Атласе...» (1974) этот вид не упоминается.

Распространение – Палеарктика. Образ жизни личинок – донный, детритофаги.

Соленостный толерантный диапазон личинок неизвестен. Осморегуляторные способности – осморегулятор, возможно или гиперосмотик, или амфиосмотик.

Из Большого Аральского моря исчез из-за осолонения. Сведений о наличии или отсутствии в настоящее время этого вида в Малом Арале нет.

***Cryptochironomus supplicans* Meigen, 1830**

Распространение – Палеарктика. Образ жизни личинок – донный, детритофаги.

Соленостный толерантный диапазон личинок неизвестен. В Арале встречались (Беянина, Константинов, 1974) при солености от пресной воды до 19‰. Осморегуляторные способности – осморегулятор, по-видимому, амфиосмотик.

Этот вид хирономид выпал из фауны Аральского моря в 1972–1975 гг. (Андреева, 1989). В настоящее время сведений о наличии или отсутствии этого вида в Малом Арале нет. Возможна естественная реинтродукция этого вида в Малое море.

***Cryptochironomus gr. defectus* Kieffer, 1913**

Распространение – Палеарктика. Образ жизни личинок – донный, хищники.

Соленостный толерантный диапазон личинок неизвестен. В Арале встречались (Беянина, Константинов, 1974) при солености от пресной воды до 19‰. Осморегуляторные способности – осморегулятор, по-видимому, амфиосмотик.

Этот вид хирономид выпал из фауны Аральского моря в 1972–1975 гг. (Андреева, 1989). В настоящее время сведений о наличии или отсутствии этого вида в Малом Арале нет. Возможна естественная реинтродукция этого вида в Малое море.

***Cryptochironomus gr. conjugens* Kieffer, 1914**

Распространение – Палеарктика. Образ жизни личинок – донный, детритофаги.

Соленостный толерантный диапазон личинок неизвестен. В Арале встречались (Беянина, Константинов, 1974) при солености от пресной воды до 19‰. Осморегуляторные способности – осморегулятор, по-видимому, амфиосмотик.

Этот вид хирономид выпал из фауны Аральского моря в 1972–1975 гг. (Андреева, 1989). В настоящее время сведений о наличии или отсутствии этого вида в Малом Арале нет. Возможна естественная реинтродукция этого вида в Малое море.

***Cryptochironomus gr. viridulus* Fabricius, 1805**

Распространение – Палеарктика. Образ жизни личинок – донный, детритофаги.

Соленостный толерантный диапазон личинок неизвестен. В Арале встречались (Беянина, Константинов, 1974) при солености от пресной воды до 19‰. Осморегуляторные способности – осморегулятор, по-видимому, амфиосмотик.

Этот вид хирономид выпал из фауны Аральского моря в 1972–1975 гг. (Андреева, 1989). В настоящее время сведений о наличии или отсутствии этого вида в Малом Арале нет. Возможна естественная реинтродукция этого вида в Малое море.

***Dicrotendipes nervosus* (Staeger, 1839)**

Синонимы: *Limnochironomus nervosus* Staeger, 1839.

Распространение – Голарктика. Образ жизни личинок – донный, детритофаги. Соленостный толерантный диапазон личинок неизвестен. В Арале встречались (Беянина, Константинов, 1974) при солености от пресной воды до 5‰. Осморегуляторные способности – осморегулятор, по-видимому, гиперосмотик.

Этот вид хирономид выпал из фауны Аральского моря в 1972–1975 гг. (Андреева, 1989). В настоящее время сведений о наличии или отсутствии этого вида в Малом Арале нет. Возможна естественная реинтродукция этого вида в Малое море.

***Glyptotendipes glaucus* Meigen, 1818**

Распространение – Палеарктика. Образ жизни личинок – донный, детритофаги.

Соленостный толерантный диапазон личинок неизвестен. В Арале встречались (Белянина, Константинов, 1974) при солености от пресной воды до 5‰. Осморегуляторные способности – осморегулятор, по-видимому, гиперосмотик.

Этот вид хирономид выпал из фауны Аральского моря в 1972–1975 гг. (Андреева, 1989). В настоящее время сведений о наличии или отсутствии этого вида в Малом Арале нет. Возможна естественная реинтродукция этого вида в Малое море.

***Glyptotendipes gripecoveni* Kieffer, 1913**

Распространение – Палеарктика. Образ жизни личинок – донный, детритофаги.

Соленостный толерантный диапазон личинок неизвестен. В Арале встречались (Белянина, Константинов, 1974) при солености от пресной воды до 5‰. Осморегуляторные способности – осморегулятор, по-видимому, гиперосмотик.

Этот вид хирономид выпал из фауны Аральского моря в 1972–1975 гг. (Андреева, 1989). К настоящему времени произошла естественная реинтродукция этого вида в Малый Арал (Отчет ..., 2013; Toman et al., 2015).

***Polypedilum gr. scalaenum* Schrank, 1803**

Распространение – Голарктика. Образ жизни личинок – донный, детритофаги.

Соленостный толерантный диапазон личинок неизвестен. В Арале встречались при солености от пресной воды до 19‰ (Белянина, Константинов, 1974). Осморегуляторные способности – осморегулятор, по-видимому, амфиосмотик.

Этот вид хирономид выпал из фауны Аральского моря в 1972–1975 гг. (Андреева, 1989). В настоящее время сведений о наличии или отсутствии этого вида в Малом Арале нет. Возможна естественная реинтродукция этого вида в Малое море.

***Tanytarsus gr. lobatifrons* Kieffer, 1913**

Распространение – Палеарктика. Образ жизни личинок – донный, детритофаги.

Соленостный толерантный диапазон личинок неизвестен. В Арале встречались (Белянина, Константинов, 1974) при солености от пресной воды до 19‰. Осморегуляторные способности – осморегулятор, по-видимому, амфиосмотик.

Этот вид хирономид выпал из фауны Аральского моря в 1972–1975 гг. (Андреева, 1989). В настоящее время сведений о наличии или отсутствии этого вида в Малом Арале нет. Возможна естественная реинтродукция этого вида в Малое море.

***Tanytarsus gr. gregarius* Kieffer, 1909**

Распространение – Палеарктика. Образ жизни личинок – донный, детритофаги.

Соленостный толерантный диапазон личинок неизвестен. В Арале встречались (Белянина, Константинов, 1974) при солености от пресной воды до 19‰. Осморегуляторные способности – осморегулятор, по-видимому, амфиосмотик.

Этот вид хирономид выпал из фауны Аральского моря в 1972–1975 гг. (Андреева, 1989). В настоящее время сведений о наличии или отсутствии этого вида в Малом Арале нет. Возможна естественная реинтродукция этого вида в Малое море.

***Tanytarsus gr. lauterborni* Kieffer, 1909**

Распространение – Палеарктика. Образ жизни личинок – донный, детритофаги.

Соленостный толерантный диапазон личинок неизвестен. В Арале встречались (Белянина, Константинов, 1974) при солености 5–11‰. Осморегуляторные способности – осморегулятор, возможно или гиперосмотик, или амфиосмотик.

Этот вид хирономид выпал из фауны Аральского моря в 1972–1975 гг. (Андреева, 1989). В настоящее время сведений о наличии или отсутствии этого вида в Малом Арале нет. Возможна естественная реинтродукция этого вида в Малое море.

***Tanytarsus gr. exiguus* Johannsen, 1905**

Распространение – Палеарктика. Образ жизни личинок – донный, детритофаги.

Соленостный толерантный диапазон личинок – от пресной воды, верхняя граница (Деньгина, 1959а) выше 20‰. Осморегуляторные способности – осморегулятор, по-видимому, амфиосмотик.

Этот вид хирономид выпал из фауны Аральского моря в 1972–1975 гг. (Андреева, 1989). В настоящее время сведений о наличии или отсутствии этого вида в Малом Арале нет. Возможна естественная реинтродукция этого вида в Малое море.

***Ablabesmyia lentiginosa* (Fries, 1823)**

В «Атласе беспозвоночных Аральского моря» (1974) этот вид не упоминается, но он был найден Р.С. Деньгиной (1959а) в култуках Акпеткинского (Карабайли) архипелага.

Распространение – Палеарктика, широко распространенный вид. Образ жизни личинок – донный, детритофаги.

Соленостный толерантный диапазон личинок неизвестен. В Арале они встречались при соленостях, не превышавших 20‰ (Деньгина, 1959а). Осморегуляторные способности – осморегулятор, по-видимому, амфиосмотик.

Этот вид хирономид выпал из фауны Аральского моря в 1972–1975 гг. (Андреева, 1989). В настоящее время сведений о наличии или отсутствии этого вида в Малом Арале нет. Возможна естественная реинтродукция этого вида в Малое море.

***Procladius ferrugineus* Kieffer, 1918**

Распространение – Палеарктика. Образ жизни личинок – донный, хищники.

Соленостный толерантный диапазон личинок неизвестен. В Арале встречались (Беянина, Константинов, 1974) при солености от пресной воды до 11‰. Осморегуляторные способности – осморегулятор, возможно, или гиперосмотик, или амфиосмотик.

Этот вид хирономид выпал из фауны Аральского моря в 1972–1975 гг. (Андреева, 1989). В настоящее время сведений о наличии или отсутствии этого вида в Малом Арале нет. Возможна естественная реинтродукция этого вида в Малое море.

***Tanypus vilipennis* (Kieffer, 1918)**

Синоним: *Pelopia villipennis* Kieffer, 1918.

Распространение – Палеарктика. Образ жизни личинок – донный, хищники.

Соленостный толерантный диапазон личинок неизвестен. В Арале встречались (Беянина, Константинов, 1974) при солености от пресной воды до 11‰. Осморегуляторные способности – осморегулятор, возможно, или гиперосмотик, или амфиосмотик. Этот вид хирономид выпал из фауны Аральского моря в 1972–1975 гг. (Андреева, 1989). К настоящему времени произошла естественная реинтродукция этого вида в Малый Арал (Отчет ..., 2013; Toman et al., 2015).

4.2.12. Моллюски (Mollusca)

Обитающие в Аральском море двустворчатые моллюски из *Cardiidae* принадлежат не к одному виду *Cardium edule* L. [= *Cerastoderma edule* (L.)], как считалось раньше, а относятся к двум видам (Старобогатов, 1974) рода *Cerastoderma* Poli, первоначально определенными как *C. lamarcki lamarcki* (Reeve) и *C. umbonatum* (Wood). В дальнейшем эти моллюски были переопределены (Андреева, 1989) как *C. rhomboides rhomboides* (Lamarck) и *C. isthmicum* Issel.

Также была пересмотрена таксономическая принадлежность аральских гидробий, ранее отнесенных к виду *Hydrobia ventrosa* (Montagu). В «Атласе ...» (Старобогатов, 1974)

этих брюхоногих моллюсков отнесли к описанному незадолго до этого из Каспийского моря новому роду *Caspiohydrobia* Starobogatov (Логвиненко, Старобогатов, 1968; Старобогатов, 1970), в настоящее время включаемому в семейство Hydrobiidae (Ситникова и др., 1992), а не в Pyrgulidae. Для Аральского моря сначала были указаны 2 вида этих моллюсков – *C. conica* Logvinenko et Starobogatov [= *H. grimmi* Clessin et Dybowski] и *C. husainovae* Starobogatov (Старобогатов, 1974). В последующем (Старобогатов, Иззатуллаев, 1974; Старобогатов, Андреева, 1981) в роде *Caspiohydrobia* было описано большое количество новых видов, и в результате число указываемых для фауны моря видов этих моллюсков достигло 23 (Андреева, 1989). Однако не всеми исследователями признается реальность столь большого числа видов этих моллюсков. В частности, по мнению А.А. Филиппова и Ф. Риделя (Filippov, Riedel, 2009), в Арале обитает только один вид каспиогидробий – *Caspiohydrobia grimmi* (= *C. conica*).

Основным компонентом аборигенной фауны моллюсков были солоноватоводные двустворки *Dreissena polymorpha aralensis* (Andrusov), *D. p. obtusicarinata* (Andrusov), *D. caspia pallasii* (Andrusov), *Hypanis minima minima* (Ostroumoff), *H. m. sidorovi* Starobogatov. Два вида морских двустворчатых моллюсков рода *Cerastoderma* обитали в Аральском море отдельно друг от друга. Первый вид (*C. rhomboides rhomboides*) был распространен только по всей открытой части моря и не был столь массовым, как *Dreissena* spp. и *Hypanis* spp. Распространение второго вида (*C. isthmicum*), наоборот, было локальным и ограниченным исключительно осолоненными култуками на востоке моря. Там наблюдалось его массовое развитие, и там он замещал собой *C. r. rhomboides* (Хусаинова, 1958; Деньгина, 1959а; Яблонская, 1960а, 1960б; Яблонская и др., 1973; Андреева, 1989).

В период размножения двустворчатых моллюсков (май-сентябрь) их личинки становились самым многочисленным компонентом зоопланктона (Луконина, 1960а; Картунова, 1975).

Брюхоногий моллюск *Theodoxus pallasii* Lindholm, хотя и был широко распространен в Арале, тоже не был массовым видом (Яблонская 1960а; Яблонская и др., 1973). Моллюски *Caspiohydrobia* spp., хотя и встречались по всему морю, но многочисленными были только в условиях повышенной солености култуков восточного побережья (Хусаинова, 1958; Деньгина, 1959а; Яблонская, 1960а, 1960б).

Тип MOLLUSCA
Класс Bivalvia
Отряд Veneroida
Семейство DREISSENIDAE
Род *Dreissena* Van Beneden, 1835

Образ жизни – донный. Моллюски прикрепляются нитями биссуса к твёрдому субстрату или к уплотненному грунту в широком диапазоне глубин. Молодые и (реже) взрослые особи способны отбрасывать биссус и совершать небольшое перемещение при помощи ноги (Зевина, 1958). По способу питания – фильтраторы, сестонофаги; основной пищей служат фитопланктон и взвешенный в воде детрит. Особи раздельнополые, размножение в теплое время года. Имеется пелагическая личинка.

***Dreissena polymorpha aralensis* (Andrusov, 1897)**

Синонимы: *Mytilus polymorphus* Pallas, 1771; *Dreissensia polymorpha* Pallas, 1771; *Dreissensia polymorpha* var. *aralensis* Andrusov, 1897; *Dreissena polymorpha* (Pallas, 1771); *Dreissena aralensis* Andrusov, 1897.

Распространение – бассейн Аральского моря, является эндемичным подвигом *Dreissena polymorpha* Pallas. Этот моллюск обитал в низовьях Сырдарьи и Амударьи и в связанных с ними озерах; в море он встречался только в опресненных акваториях у речных устьев (Старобогатов, 1974; Андреева, 1989).

Соленостный толерантный диапазон точно не известен. В Арале эти двустворки встречались при солености от пресной воды и примерно до 3–5‰. Осморегуляторные способности – гиперосмотик I порядка (Комендантов и др., 1984; Аладин, 1990).

Вследствие осолонения этот подвид выпал из фауны моря в 1970-х гг. (Андреева, 1989), сохранившись в реках и связанных с ними озерах (Гришаева, 2010). В настоящее время благодаря значительному снижению солености Малого Арала происходит возвращение этого моллюска из р. Сырдарьи в опресненную зону вблизи ее дельты (Отчет ..., 2013; Toman et al., 2015).

***Dreissena polymorpha obtusecarinata* (Andrusov, 1897)**

Синонимы: *Dreissensia polymorpha* Pallas, 1771; *Dreissensia polymorpha* var. *obtusecarinata* Andrusov, 1897; *Dreissena obtusecarinata* (Andrusov, 1897).

Распространение – этот эндемичный подвид *Dreissena polymorpha* обитал в открытом море в его прибрежной зоне в зарослях (Старобогатов, 1974).

Соленостный толерантный диапазон не исследовался. Нижняя граница неизвестна, верхняя, судя по встречаемости в култуках (Деньгина, 1959а), может быть около 20‰. Осморегуляторные способности не исследовались, предположительно гиперосмотик I порядка (Аладин, 1990).

Из-за возросшей солености этот подвид выпал из фауны Аральского моря в 1970-х гг. (Андреева, 1989). По-видимому, его следует считать вымершим.

***Dreissena caspia pallasii* (Andrusov, 1897)**

Синонимы: *Dreissena pallasii* Andrusov, 1897; *Dreissensia caspia* Sidorov, 1929.

Распространение – аральский подвид эндемичного для Каспийского и Аральского морей вида *Dreissena caspia* Eichwald, 1855. Был распространен на мягких грунтах по всему Аралу (Старобогатов, 1974).

Конкретных данных о соленостном толерантном диапазоне этого моллюска нет. Нижняя граница неизвестна, верхняя граница оценивается как 20–25‰ (Деньгина, 1959а; Андреева, 1989). Осморегуляторные способности не исследовались, предположительно гиперосмотик II порядка / вторичный конфоигиперосмотик I порядка (Аладин, 1990).

В Аральском море этот вид перестал встречаться к концу 1980-х гг. (Андреева, 1989). По-видимому, его следует считать вымершим вследствие осолонения.

Семейство CARDIIDAE Род *Cerastoderma* Poli, 1795

Образ жизни двустворчатых моллюсков рода *Cerastoderma* – донный, представители эндобиоса, подвижные сестонофаги. Взмучивают током воды из выводного сифона поверхностный слой грунта и втягивают вводным сифоном используемые в пищу легкие частицы (Невеская, 1965). Размножение происходит в теплый сезон, имеется планктонная личинка.

Осморегуляторные способности этих моллюсков не исследовались, предположительно они являются осмоконформерами III порядка, (Аладин, 1990).

***Cerastoderma rhomboides rhomboides* (Lamarck, 1819)**

Синонимы: *Cardium edule* (L.) Eichwald, 1829; *Cardium edule* var. *lamarcki* (Reeve, 1845); *Cerastoderma lamarcki lamarcki* (Reeve, 1845).

Распространение – средиземноморско-атлантический морской вид; также обитает и в Каспийском море (Старобогатов, 1970). До начала осолонения Аральского моря населял всю его акваторию, кроме сильно осолоненных районов (Андреева, 1989).

Существующие данные по соленостному толерантному диапазону этого моллюска (Карпевич, 1947, 1953б; Хусаинова, 1958) были в свое время получены в экспериментах,

проводившихся по устаревшим методикам. По этим данным его нижняя граница – около 3–5‰, верхняя – около 40–45‰ (Филиппов, 1995). Максимальная соленость, при которой возможно размножение этого вида, по данным Н.З. Хусаиновой (1958) достигает примерно 34‰.

В настоящее время этот вид двустворчатых моллюсков в Аральском море не встречается, так как вследствие осолонения он выпал из фауны моря к концу 1970-х – началу 1980-х гг. (Андреева, 1989).

***Cerastoderma isthmicum* Issel, 1869**

Синонимы: *Cardium edule* Linnaeus, 1758; *Cardium rusticum* Eichwald, 1829; *Cardium edule* var. *rusticum* Lamarck; *Cerastoderma umbonatum* (Wood, 1850); *Cerastoderma glaucum* (Poiret, 1789).

Распространение – средиземноморско-атлантический морской вид; обитает также в Каспийском и Аральском морях (Старобогатов, 1970). В Арале этот двустворчатый моллюск исходно обитал только в его осолоненных районах (култуки восточного побережья), но с повышением солености основной акватории расселился по всему морю (Андреева, 1989).

По экспериментальным данным нижняя граница соленостного толерантного диапазона у взрослых особей – около 5–7‰, верхняя – 80–90‰ (Филиппов, 1995). Максимальная соленость, при которой возможно размножение этого вида, по данным Н.З. Хусаиновой (1958) составляет 47.5‰.

В ходе осолонения Большого Арала этот вид выпал из его фауны во 2-й половине 1990-х гг. при солености, превысившей 60‰, но еще не приблизившейся к верхней границе соленостного толерантного диапазона взрослых особей. При этой солености размножение этих моллюсков было уже невозможным, о чем свидетельствовало отсутствие их личинок в планктоне (Стуге, 2002), а оставшиеся двустворки постепенно отмерли. В Малом Арале этот вид моллюсков оставался в числе основных представителей донной фауны (Филиппов, 1994; Гришаева, 2010). Значительное снижение солености Малого Арала, по-видимому, стало неблагоприятным для этого вида двустворчатых моллюсков, что в настоящее время привело к существенному снижению его численности (Отчет ..., 2013; Toman et al., 2015). При дальнейшем распреснении моря этот вид может выпасть из фауны Арала.

Род *Hypanis* Pander, 1832

Моллюски рода *Hypanis* являются эндобионтами, зарывающимися в поверхностный слой грунта и выставляющими наружу длинные сросшиеся сифоны. По способу питания они фильтраторы, подвижные сестонофаги. Используют в пищу одноклеточные водоросли и относительно крупные диатомовые, а также детрит. Размножаются в тёплый период. Имеется планктонная личинка.

Существующие данные по соленостному толерантному диапазону моллюсков рода *Hypanis* (Карпевич, 1947, 1953а, 1953б; Хусаинова, 1958) были в прошлом получены в экспериментах, проводившихся по устаревшим методикам. Кроме этого, неизвестно, с какими конкретно видами проводили эти эксперименты. По этим данным нижняя граница толерантного диапазона была около 2‰, верхняя – около 22‰ (Филиппов, 1995). В отделившихся от моря осолонявшихся заливах эти моллюски еще оставались живыми до солености 22‰ (Аладин, 1991). Диапазон соленостей, при которых было возможно размножение моллюсков этого рода, по данным Н.З. Хусаиновой (1958) уже, и составляет 4.8–14‰. Осморегуляторные способности этих моллюсков не исследовали, предположительно они могут быть гиперосмотиками II порядка / вторичными конфо-гиперосмотиками I порядка (Аладин, 1990).

В настоящее время все виды *Hypanis* Аральском море больше не встречаются. Вследствие осолонения они вымерли к концу 1970-х гг. (Андреева, 1989).

***Hypanis minima minima* (Ostroumoff, 1907)**

Синонимы: *Adacna minima* Ostroumoff, 1907; *Hypanis minima* (Ostroumoff, 1907).

Эндемичный аральский подви́д представленного также и в Каспии вида *Hypanis minima*. Был распространен по всему Аральскому морю (Старобогатов, 1974).

***Hypanis minima sidorovi* Starobogotov, 1971**

Синонимы: *Adacna minima* Ostroumoff, 1907; *Hypanis sidorovi* Starobogotov, 1974.

Эндемичный аральский подви́д представленного также и в Каспии вида *Hypanis minima*. Обитал в прибрежье до глубины 10 м (Старобогатов, 1974).

В настоящее время этот вид Аральском море больше не встречается. Вследствие осолонения он вымер к концу 1970-х гг. (Андреева, 1989).

***Hypanis vitrea bergi* Starobogotov, 1971**

Синонимы: *Adacna vitrea* (Eichwald, 1829); *Hypanis vitrea* (Eichwald, 1829).

Эндемичный аральский подви́д представленного также и в Каспии вида *Hypanis vitrea*. Известен по единичным находкам (Старобогатов, 1974).

В настоящее время этот вид Аральском море больше не встречается. Вследствие осолонения он вымер к концу 1970–х гг. (Андреева, 1989).

Класс Gastropoda
Отряд Neritimorpha
Семейство NERITIDAE

***Theodoxus pallasi* Lindholm, 1924**

Синоним: *Neritina liturata* Eichwald, 1841.

Распространение – Каспийское, Черное, Азовское и Аральское моря, принимает в реки. В Арале этот моллюск был обычным видом в прибрежной зоне до глубин 5–10 м (Старобогатов, 1974). Образ жизни – донный. Растительноядный вид. Моллюски раздельнополы, после оплодотворения самки откладывают яйца в форме небольших капсул, кладка прикрепляется к субстрату.

Соленостный толерантный диапазон – от 1‰ до 35‰ (Андреев, Андреева, 1990б; Филиппов, 1995). Осморегуляторные способности не исследовали; возможно, является гиперосмотиком II порядка / вторичным конфоигиперосмотиком I порядка (Аладин, 1990).

Этот брюхоногий моллюск из-за осолонения исчез из Аральского моря в 1980-е гг., когда соленость превысила 20–21‰ (Аладин, 1989б). Он обитает (Гришаева, 2010) в нижнем течении р. Сырдарьи и связанных с ней озерах. Несмотря на происходящее снижение солености Малого Арала, реинтродукция этого вида моллюска не произошла, и он по-прежнему здесь отсутствует (Отчет ..., 2013; Toman et al., 2015).

Отряд Caenogastropoda
Семейство HYDROBIIDAE
Род *Caspiohydrobia* Starobogotov, 1970

Распространение – соленые континентальные водоемы Палеарктики, Каспийское и Аральское моря. По мнению С.И. Андреевой (1989) этот род брюхоногих моллюсков представлен в Аральском море 23 видами (однако наличие там столь большого числа видов этих моллюсков признается не всеми исследователями).

Из этих 23 видов общими для Арала и Каспия являются 11 (Кияшко, 2013):
Caspiohydrobia chrysopsis (Kolesnikov, 1947)

Caspiohydrobia conica (Logvinenko et Starobogatov, 1968)
Caspiohydrobia convexa (Logvinenko et Starobogatov, 1966)
Caspiohydrobia curta (Logvinenko et Starobogatov, 1968)
Caspiohydrobia cylindrica (Logvinenko et Starobogatov, 1968)
Caspiohydrobia dubia (Logvinenko et Starobogatov, 1968)
Caspiohydrobia gemmata (Kolesnikov, 1947)
Caspiohydrobia grimmi (Clessin in W. Dybowski, 1888)
Caspiohydrobia oviformis (Logvinenko et Starobogatov, 1968)
Caspiohydrobia parva (Logvinenko et Starobogatov, 1968)
Caspiohydrobia subconvexa (Logvinenko et Starobogatov, 1968)

Остальные 12 видов в Каспийском море не найдены:

Caspiohydrobia aralensis Starobogatov et Andreeva, 1981
Caspiohydrobia behningi Starobogatov et Andreeva, 1981
Caspiohydrobia bergi Starobogatov et Andreeva, 1981
Caspiohydrobia husainovae Starobogatov, 1971
Caspiohydrobia kazakhstanica Starobogatov et Andreeva, 1981
Caspiohydrobia nikitinskii Starobogatov et Andreeva, 1981
Caspiohydrobia nikolskii Starobogatov et Andreeva, 1981
Caspiohydrobia obrutchevi Starobogatov et Andreeva, 1981
Caspiohydrobia pavlovskii Starobogatov et Izzatullaev, 1974
Caspiohydrobia sidorovi Starobogatov et Andreeva, 1981
Caspiohydrobia sogdiana Starobogatov et Izzatullaev, 1974
Caspiohydrobia tadjikistanica Starobogatov et Izzatullaev, 1974

В прошлом аральских каспиогидробий относили к известным видам рода *Hydrobia* (Берг, 1908; Деньгина, 1959a) – *H. stagnalis* Baster, *H. pusilla* Eichwald, *H. ventrosa* (Montagu).

Образ жизни этих моллюсков – донный. Растительоядные.

Из-за сложности определения видовой принадлежности моллюсков рода *Caspiohydrobia* их отношение к солености изучалось всеми исследователями не на определенных видах, а на их комплексе, состав которого в каждом случае мог быть различным (Андреев, Андреева, 1990б; Филиппов, 1995). Единственные экспериментальные данные о нижней границе соленостного толерантного диапазона аральских каспиогидробий были получены А.Ф. Карпевич (1953б) – 8‰. По мнению А.А. Филиппова (1995) верхняя граница соленостного толерантного диапазона этих моллюсков, исходя из существующих опытных данных, может достигать 110‰. Осморегуляторные способности моллюсков рода *Caspiohydrobia* не исследовали, предположительно они являются гиперосмотиками III порядка / вторичными конфо-гиперосмотиками II порядка (Аладин, 1990).

В настоящее время каспиогидробии по-прежнему входят в состав фауны Малого Арала. Из Большого Аральского моря они исчезли из-за его осолонения к началу 2000-х гг. (Аладин, Плотников, 2008; Завьялов и др., 2012; Плотников, 2013), но когда именно и при какой конкретно солености (42‰ или более высокой) это произошло, сведений нет. Значительное снижение солености Малого Арала, по-видимому, уже стало неблагоприятным для этих брюхоногих моллюсков, что в настоящее время привело к существенному снижению его численности (Отчет ..., 2013; Toman et al., 2015). При дальнейшем опреснении моря эти моллюски могут выпасть из фауны Арала.

4.2.13. Мшанки (Bryozoa)

Для фауны Аральского моря были известны 3 вида мшанок. Их образ жизни – сидячий колониальный, в перифитоне. Соленостные толерантные диапазоны этих мшанок неизвестны. Осморегуляторные способности – осмоконформеры.

Все мшанки исчезли из Большого Аральского моря в результате его осолонения. В настоящее время ни одного их вида в Малом Арале не найдено (Гонтарь, 2013).

Тип BRYOZOA
Класс Gymnolaemata
Отряд Ctenostomatida
Семейство VESICULARIIDAE

***Bowerbankia imbricata aralensis* Abrikosov, 1959**

Аральский подви́д широко распространенной в Атлантике мшанки *Bowerbankia imbricata* (Adams), представленной в Каспии отдельным подви́дом (Зевина, 1974).

Семейство VICTORELLIDAE

***Victorella bergi* Abrikosov, 1959**

Распространение – считается эндемиком Аральского моря. Была широко представлена в обрастаниях свай и судов (Зевина, 1974).

Семейство PLUMATELLIDAE

***Plumatella fungosa* (Pallas, 1768)**

Распространение – Голарктика, пресноводный вид. В Аральском море этот вид мшанок встречался в сильно опресненных районах на стеблях водных растений (Зевина, 1974).

Глава 5.

ВСЕЛЕНИЕ ЧЕЛОВЕКОМ НОВЫХ ВИДОВ В АРАЛЬСКОЕ МОРЕ

Одной (и первой по времени) из причин, которые в XX веке привели к изменениям состава фауны Аральского моря, было как намеренное, так и случайное вселение человеком целого ряда видов беспозвоночных и рыб, изначально отсутствовавших в этом водоеме. Однако нельзя полностью исключить, что подобное вселение могло иметь место и в древности. Есть предположение (Маев и др., 1983), что двустворчатые моллюски *Cerastoderma*, появившиеся в Арале, как считается, около 5000 лет назад, могли быть занесены туда из Каспийского моря неолитическими племенами, использовавшими этих моллюсков в пищу и странствовавшими на пространстве между Каспием и Аралом по берегам Узбоя и Сырыкамыш.

В современный период в Арал люди не только намеренно вселили, но и случайно попутно занесли вместе с плановыми вселенцами целый ряд видов свободноживущих беспозвоночных, из которых натурализовались не все, а только 8 видов (см. табл.).

В другой гигантский бессточный континентальный водоем – Каспийское море – целый ряд случайных вселенцев проник также и вне связи с интродукциями рыб или беспозвоночных: они были туда занесены судами в балластных водах и в обрастаниях после соединения Волги судоходными каналами с реками бассейнов Черного и Балтийского морей (Aladin et al., 2002; Аладин, Плотников, 2004). Однако в случае Аральского моря, благодаря полной изоляции его бассейна, случайный занос чужеродных видов возможен только как попутный при проведении плановых интродукций.

Виды свободноживущих беспозвоночных, вселявшиеся человеком в Аральское море
(по: Аладин и др., 2004)

Таксоны	Источник	Год вселения	Путь вселения	Результат	Эффект	Современный статус
MYSIDACEA						
<i>Paramysis lacustris</i>	р. Дон	1958–1960	намеренно	+	+	–
<i>P. intermedia</i>	р. Дон	1958–1960	намеренно	+	+	–
<i>P. baeri</i>	р. Дон	1958–1960	намеренно	–	0	–
<i>P. ullskyi</i>	Сырдарья	1960-е гг.	естественно	+	0	–
DECAPODA						
<i>Palaemon elegans</i>	Каспий	1954–1966	попутно	+	–	+
<i>Rhithropanopeus harrisi tridentata</i>	Азовское море	1965, 1966,	попутно	+	0	–
COPEPODA						
<i>Calanipeda aquaedulcis</i>	Азовское море	1965, 1966/1970	намеренно	+	+	+
<i>Heterocope caspia</i>	?	1971	намеренно	–	0	–
<i>Acartia clausi</i>	?	1985, 1986	намеренно	–	0	–
POLYCHAETA						
<i>Hediste diversicolor</i>	Азовское море	1960–1961	намеренно	+	+	+
MOLLUSCA						
<i>Syndosmya segmentum</i>	Азовское море	1960, 1961, 1963	намеренно	+	+	+
<i>Monodacna colorata</i>	?	1964, 1965	намеренно	–	0	–
<i>Mytilus galloprovincialis</i>	Азовское море	1984–1986	намеренно	–	0	–
<i>Mya arenaria</i>	Азовское море	1984–1986	намеренно	–	0	–

5.1. Первые попытки

Аральское море становится хозяйственно значимым природным объектом только во второй половине XIX века, с вхождением окружающих его территорий в состав Российской империи. Если до этого местное население занималось рыболовством только на реках Амударье и Сырдарье, то по мере колонизации края рыбный промысел начинает развиваться на богатом рыбными ресурсами Арале, и в XX веке он становится одним из важнейших рыбопромысловых водоемов (Никольский, 1940; Жарковский, 1950).

Впервые вопрос о целесообразности пополнения фауны Аральского моря отсутствовавшими в нем видами гидробионтов (как промысловых рыб, так и являющихся их пищей беспозвоночных), чтобы в результате этого повысить промысловые уловы, был поставлен еще в конце 1920-х годов. Тогда исследователи обратили внимание на тот факт, что в Арале отсутствовали настоящие планктофаги, из-за чего зоопланктон использовался в пищу рыбами и беспозвоночными очень ограниченно. Основными его потребителями были хищные зоопланктеры, малочисленная девятииглая колюшка *Pungitius platygaster aralensis* (Kessler), шемая *Chalcalburnus chalcoides aralensis* (Berg) и чехонь *Pelecus cultratus* (L.). Кроме этого, зоопланктон потреблялся (главным образом на нерестилищах) мальками и молодь бентосоядных и хищных рыб (Панкратова, 1935; Яблонская, 1960а, 1960б; Картунова, 1975; Карпевич, 1975). В результате без достаточных на то оснований сложилось мнение, что если такой кормовой ресурс, как зоопланктон, используется слабо, то одно только простое пополнение ихтиофауны настоящими планктоноядными промысловыми рыбами уже будет вполне достаточным для повышения рыбопродуктивности Аральского моря. При этом совершенно не принималось во внимание, сможет ли существующий в этом водоеме зоопланктон устойчиво обеспечивать пищевые потребности таких вселенцев. В результате первыми предложенными для вселения объектами были только рыбы.

Первым опытом стала предпринятая в 1929–1932 гг. и закончившаяся неудачей попытка вселения (по предложению В.И. Мейснера) планктонофага – каспийской проходной сельди-пузанка *Alosa caspia* (Eichwald) (Бенинг, 1934, 1935; Карпевич, 1975).

В 1927–1934 гг. в Аральское море пытались вселять и бентофага – каспийскую севрюгу *Acipenser stellatus* Pallas. Эта попытка в итоге оказалась неудачной (Быков, 1970; Карпевич, 1975) и привела к серьезным отрицательным последствиям. Вместе с севрюгой занесли эктопаразита осетровых рыб – моногенетического сосальщика *Nitzschia sturionis* (Abilgaard), отсутствовавшего у аральского шипа *A. nudiventris* Lovetsky. Перейдя на шипа, этот паразит вызвал его массовую гибель (Догель, Быховский, 1934; Догель, Лутта, 1937).

5.2. Обоснование интродукции беспозвоночных в Аральское море

Вопрос о целесообразности вселения в Аральское море не самих промысловых рыб, а беспозвоночных, являющихся для них ценными кормовыми объектами, первыми поставили Л.А. Зенкевич и Я.А. Бирштейн (1934). Они предложили акклиматизировать двустворчатых моллюсков *Syndosmya segmentum* Recluz [= *Abra ovata* (Philippi)] и *Mytilaster lineatus* (Gmelin). Эти авторы также указали на недопустимость вселения нежелательных видов (Зенкевич, Бирштейн, 1937).

В дальнейшем рядом исследователей были предложены и другие потенциальные акклиматизанты, такие как бокоплавы, креветки и краб из Каспия, мизиды, а также и другие солоноватоводные виды беспозвоночных из Азово-Черноморского бассейна, Балтийского и дальневосточных морей (Бенинг, 1936; Аверинцев, 1936; Зенкевич, Бирштейн, 1937; Зенкевич, 1938а, 1938б, 1947; Ильин, 1954). Но наиболее значительный вклад как в собственно теоретические основы акклиматизации водных организмов, так и в

обоснование ее применительно к Аральскому морю принадлежит А.Ф. Карпевич (1947, 1948, 1953а, 1953б, 1960а, 1960б, 1960в, 1975, 1986).

В Аральском море более 70% биомассы зоопланктона (весной его доля приближалась к 100%) составлял только один вид – крупный веслоногий рачок фитодетритофаг *Arctodiaptomus salinus*. Этот моноциклический вид характеризуется низкой плодовитостью (4–12 яиц) и растянутым жизненным циклом. Интенсивное размножение *A. salinus* происходило весной, а в дальнейшем шел только соматический рост, сопровождавшийся уменьшением численности этих рачков (Луконина, 1960а, 1960б; Кортунова, 1975). При этом в Арале отсутствовали высокопродуктивные полициклические планктонные ракообразные из *Copepoda*, такие как *Heterocope*, *Calanipeda*, *Acartia*, *Centropages*, не только представляющие ценный корм для рыб, но и образующие в тех водоемах, где они обитают, большую биомассу (Карпевич, 1960а, 1975). Обусловленная этим невысокая продуктивность зоопланктона (Яблонская, Луконина, 1962) существенно ограничивала кормовые ресурсы потребителей зоопланктона, что не позволяло рассчитывать на достаточную обеспеченность планктоноядных рыб кормом в случае их вселения (Луконина, 1960а, 1960б). При этом имел значение и тот факт, что, если в опресненных дельтовых водоемах в большом количестве развивались используемые в пищу личинками и молодью рыб пресноводные коловратки, то в самом Аральском море численность коловраток была очень низкой. Кроме того, в открытом море биомасса зоопланктона к лету падала, и только в прибрежной полосе, где были благоприятные условия для развития пресноводных планктонных гидробионтов, продуцирование планктона оставалось относительно интенсивным (Карпевич, 1975).

Вследствие малого видового разнообразия фауны существующие виды не были способны эффективно использовать все кормовые ресурсы. Кроме того, считалось, что некоторые виды донных беспозвоночных растрачивали их не вполне рационально. Так, при вылете имаго хирономид и других насекомых, которые летом в большом количестве появлялись на берегу моря и при ветрах уносились далеко в пустыню, могло происходить обеднение Аральского моря органическим веществом (Карпевич, 1960а, 1975).

Необходимость вселения новых видов гидробионтов совершенно обоснованно мотивировалась и тем, что запланированное гидростроительство и расширение площадей орошаемого земледелия в бассейнах Амударьи и Сырдарьи неизбежно приведут к значительному сокращению речного стока. Это нарушит водно-солевой баланс моря и неизбежно повлечет за собой увеличение солености его вод. Даже небольшой рост солености должен был повлечь за собой существенные изменения в фауне этого водоема. Составлявшие ее основу солоноватоводные и пресноводные виды по мере повышения солености должны были постепенно исчезнуть, что неизбежно привело бы к утрате Аральским морем его значения для рыбного хозяйства. Для предотвращения такой перспективы было необходимо заранее начать формирование солеустойчивых флоры и фауны путем акклиматизации подходящих видов (Карпевич, 1953а, 1953б, 1960а, 1960в, 1975).

С учетом будущих изменений гидрологического режима Аральского моря А.Ф. Карпевич при разработке плана реконструкции фауны предполагала сначала сформировать солеустойчивый фитопланктон, затем зоопланктон и зообентос. Только после этого можно было принимать конкретные решения о пополнении ихтиофауны промысловыми видами. Из числа рыб следовало вселять бентофагов и хищников. Вселение планктофагов становилось возможным только при условии использования ими резервных пищевых объектов и после расширения их кормовой базы через вселение высокопродуктивных видов планктонных беспозвоночных. При этом было необходимо не допустить случайного попутного заноса нежелательных вселенцев (Карпевич, 1960а, 1975).

Основываясь на результатах проведенного ею анализа исходно существовавших в Аральском море флоры и фауны, А.Ф. Карпевич (1960а) рекомендовала для вселения

целый ряд видов планктонных водорослей, высокопродуктивных солоноватоводных и морских планктонных и донных беспозвоночных (в первую очередь детритофагов) из Черного, Азовского и Каспийского морей, а также нехищных рыб.

В числе рекомендованных планктонных видов были ракообразные *Calanipeda aquaedulcis* Kritchagin, *Heterocope caspia* Sars, *Acartia clausi* Giesbrecht, *A. latisetosa* (Kritchagin), *Acanthocyclops vernalis* (Fischer), *Halicyclops sarsi* Akatova, *Centropages kroeyeri* Giesbrecht. Предлагалось также увеличить биоразнообразие солоноватоводных коловраток за счет акклиматизации некоторых представителей рода *Synchaeta* из Азовского моря. Из числа донных беспозвоночных были рекомендованы виды, имеющие планктонную личинку, – полихета *Hediste diversicolor* (Müller), двустворчатые моллюски *Monodacna colorata* (Eichwald), *Syndosmya segmentum* и ряд других (Карпевич, 1960а, 1975).

Однако в ходе начавшегося в середине 1950-х годов вселения в Аральское море водных беспозвоночных и рыб научно обоснованными рекомендациями А.Ф. Карпевич пренебрегли. Акклиматизация началась сразу с вселения рыб и без какого-либо предварительного усиления нижних трофических звеньев (Карпевич, 1947, 1948, 1960а, 1975). Соответственно, возможность наступления негативных последствий от такого изменения порядка вселения новых видов не принималась во внимание. В итоге не только была нарушена рекомендованная последовательность вселения гидробионтов, но и сама акклиматизация рыб осуществлялась во многом непродуманно, от чего предостерегала А.Ф. Карпевич. Кроме этого, не всегда удавалось избежать попутного заноса в Арал вместе с плановыми вселенцами и случайных, как беспозвоночных, так и промысловых рыб. Возможность их вселения не предполагалась, и оно заведомо было нежелательным. Появление этих видов в Аральском море не просто могло, но и в ряде случаев действительно привело к серьезным отрицательным последствиям (Карпевич, 1975).

5.3. Последствия интродукции рыб

В 1954–1956 гг. делались попытки акклиматизировать в Аральском море 2 вида кефалей: сингиля *Liza auratus* (Risso) и остроноса *L. saliens* (Risso). Их молодь завозили из Каспийского моря, куда эти рыбы были успешно вселены из Черного моря еще в 1930-х годах. Это мероприятие не только не дало положительного результата, так как из-за низких, по сравнению с Каспием, зимних температур воды вселяемые кефали полностью погибали за время зимовки, но и привело к ряду серьезных отрицательных последствий. Вместе с этими вселенцами из Каспия попутно занесли несколько видов промысловых рыб, вселение которых в Арал не только не предполагалось, но и было совершенно нежелательным. Это были атерина *Atherina boyeri caspia* Eichwald, рыба-игла *Syngnatus abaster caspius* Eichwald и 6 видов бычков, из которых успешно натурализовались 3 вида: бубыр – *Knipowitschia caucasicus* (Berg), песочник – *Neogobius fluviatilis* (Pallas) и кругляк – *N. melanostomus* (Pallas) (Карпевич, 1975).

Численность бычков начала в 1957 г. быстро расти, достигла своего максимума к 1958 г. и продержалась на высоком уровне до 1963 г. (Дорошев, 1968; Маркова, 1972). Эти эврибионтные и активные эврифаги за 3–4 года расселились по всей прибрежной зоне, а затем стали осваивать и открытое море (Карпевич, 1975). Вспышка численности бычков значительно увеличила общее потребление донных беспозвоночных рыбами. В результате этого к середине 1960-х годов в Аральском море резко сократились запасы бентоса. Наименьшая биомасса бентоса в этот период была отмечена в 1966 и 1967 гг. Некоторый рост суммарной биомассы наметился в 1968 г., и к 1970 г. она снова достигла своих прежних величин (Дорошев, 1968; Маркова, 1972; Яблонская и др., 1973; Карпевич, 1975).

Вселение атерины также имело отрицательные последствия. Питаясь как зоопланктоном, так и мелкими донными организмами, т. е. практически всеми кормовыми объектами, атерина стала конкурентом молоди промысловых аральских рыб. Кроме этого,

несмотря на свою высокую численность, она так и не получила существенного значения в питании хищных рыб (сом, жерех), став для них всего лишь дополнительным пищевым объектом (Гараев, 1970).

Но к наиболее серьезным последствиям привело намеренное вселение в 1954–1956 гг. балтийской салаки *Clupea harengus membras* (Linnaeus), предпринятое без достаточного обоснования его целесообразности. Этот планктофаг из солоноватоводного Балтийского моря, завезенный оплодотворенной икрой, что позволило избежать случайного попутного заноса чужеродных видов, очень легко и быстро натурализовался в Аральском море уже к 1957 г. (Коновалов и др., 1958; Быков и др., 1968; Карпевич, 1975).

С появлением в Арале всех этих вселенцев (и в первую очередь салаки) резко возросла нагрузка на зоопланктон, до этого потреблявшийся только единственным настоящим планктофагом – колюшкой, частично шемаей и чехонью, но главным образом молодью аборигенных рыб весной на нерестилищах (Панкратова, 1935; Картунова, 1975).

С увеличением численности салаки росло и количество поедавшегося ею зоопланктона, в первую очередь предпочитаемых ею крупных планктонных ракообразных – *Arctodiaptomus salinus*, *Moina salina* (= *M. mongolica*), *Cercopagis pengoi aralensis*, *Ceriodaphnia reticulata*. Различные виды циклопов тоже входили в рацион салаки. До 1960 г. ее основной пищей был *A. salinus* – самый многочисленный и поэтому наиболее доступный вид планктонных ракообразных. Он сильнее других представителей зоопланктона выедался салакой. Из-за своей низкой продуктивности (Яблонская, Луконина, 1962) этот рачок не мог устойчиво обеспечивать потребности новых многочисленных потребителей зоопланктона, и его количество в Арале начало быстро уменьшаться (рис. 5.1) (Картунова, 1975). Своего максимума численность салаки достигла в 1960 г. С этого времени доля *A. salinus* в ее питании стала стремительно сокращаться, и с 1962 г. в ее желудках этот рачок больше не встречался (Быков, 1968).

Результатом вселения салаки в Аральское море стало резкое уменьшение в конце 1950-х и начале 1960-х годов суммарных биомассы и численности зоопланктона за счет ракообразных (см. рис. 5.1, 5.2). С 1960 г. рост численности атерины и бычков дополнительно усилил воздействие потребителей на зоопланктон (Баимов, 1961, 1963; Быков, 1964; Гаврилов, 1972). С 1954 г. средняя биомасса летнего зоопланктона снизилась с 146 мг/м³ до 37 мг/м³ в 1959 г. и затем до 15 мг/м³ в 1961 г., т.е. в 10 раз за 7 лет. Сокращение общей биомассы зоопланктона происходило главным образом в результате снижения численности *A. salinus* (см. рис. 5.1, 5.2). Если в 1954 г. доля этого рачка составляла 70% и более всей биомассы зоопланктона, то в 1959 г. она сократилась до 26%, а в начале 1960-х годов она уже составляла только около 2% (Картунова, 1975). Снижение средней численности *A. salinus* повлияло на общую среднюю численность летнего зоопланктона не столь сильно (см. рис. 5.1), как на его биомассу (см. рис. 5.2). Средняя численность в течение 1959–1961 гг. снизилась незначительно, что было связано с резко выраженным преобладанием в нем мелких форм зоопланктеров: личинок двусторчатых моллюсков, коловраток и циклопов (Картунова, 1975).

В результате вселения салаки, атерины и бычков в 1961–1963 гг. общая биомасса зоопланктона по сравнению с 1954–1957 гг. уменьшилась в 10 раз. Почти исчезли не только *A. salinus*, превратившийся с этого времени из ведущего элемента зоопланктона во второстепенный, теперь составлявший лишь около 1% общей биомассы зоопланктона, но и такие крупные ветвистоусые ракообразные, как *Cercopagis pengoi aralensis*, *Moina salina* и *Ceriodaphnia reticulata*. Существенно снизились, хотя и не так сильно, средняя численность и биомасса Cyclopoida (см. рис. 5.1, 5.2) (Картунова, 1975).

Подрыв кормовой базы в свою очередь сразу отразился и на самих салаке и атерине. Несоответствие все возрастающей их численности уменьшавшимся кормовым ресурсам привело к тому, что уже зимой 1960–1961 гг. из-за недостатка корма произошла массовая гибель этих вселенцев от истощения (Османов, 1961; Быков, 1964; Картунова,

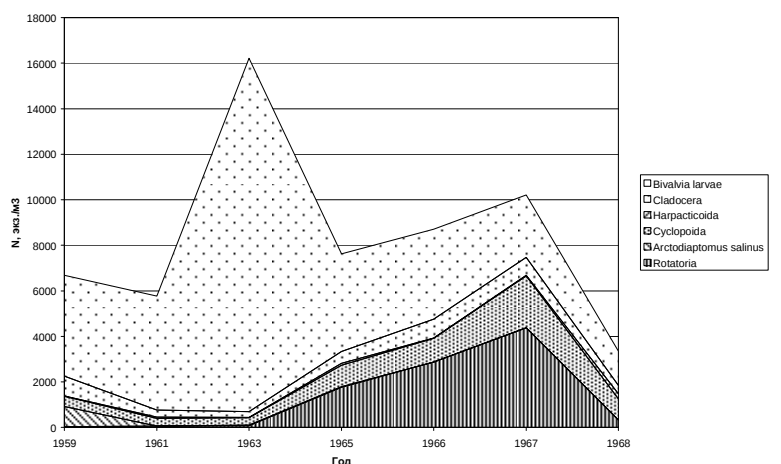


Рис. 5.1. Изменение средней численности зоопланктона (по: Картунова, 1975).

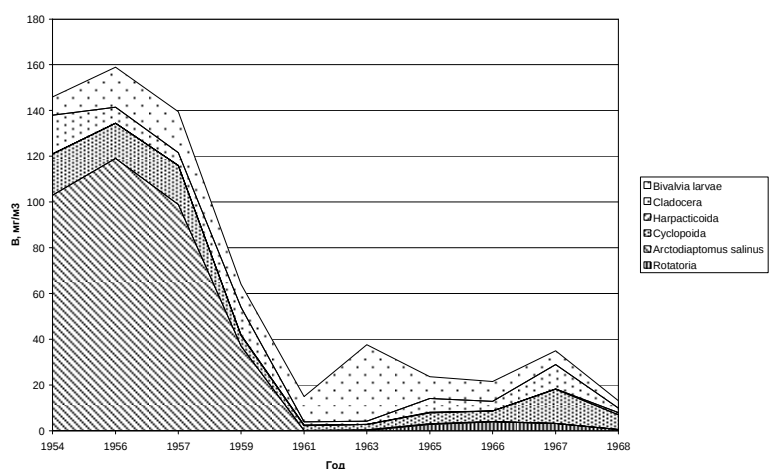


Рис. 5.2. Изменение средней биомассы зоопланктона (по: Картунова, 1975).

Луконина, 1970; Картунова, 1975). В дальнейшем планктоноядные рыбы в Аральском море никогда больше не достигали высокой численности.

На минимуме средняя численность и биомасса планктонных ракообразных продержалась до середины 1960-х годов, после чего они стали увеличиваться, но их прежняя биомасса, которую раньше создавал *Arctodiaptomus salinus*, не восстановилась. Основным потребителем зоопланктона вместо салаки стала атерина (Картунова, 1975).

В результате многократного сокращения численности рачка *A. salinus* – основного потребителя фитопланктона – последний стал недоиспользуемым. Это привело к тому, что в 1960-х годах выросли численность и биомасса остальных потребителей этого пищевого ресурса (см. рис. 5.1, 5.2) – коловраток, гарпактицид, личинок двустворчатых моллюсков. К середине 1960-х годов из числа планктонных ракообразных сравнительно многочисленным оставался только ветвистоусый рачок *Podonevadne camptonux*. Весной и летом 1965–1967 гг. коловратки, главным образом *Synchaeta* spp. и *Brachionus plicatilis*, составляли до 47% общей биомассы планктона. Их массовое развитие продолжалось до конца 1960-х годов. Увеличилось количество циклопов, среди которых преобладал *Mesocyclops leuckarti*. В планктоне вновь становятся его обычными компонентами ветвистоусые ракообразные *Cercopagis pengoi aralensis* и *Moina salina*, почти приблизившиеся к своему исчезновению после вселения планктофагов (Картунова, 1975).

В результате всех произошедших в зоопланктоне Аральского моря после вселения атерины и салаки серьезных изменений ведущая роль в нем перешла к личинкам двустворчатых моллюсков, циклопам и коловраткам (Картунова, Луконина, 1970).

Вселение планктоноядных рыб отражалось не только на зоопланктоне моря, но и на его донной фауне. Поскольку значительная часть летнего зоопланктона представляла собой меропланктон, главным образом состоящий из пелагических личинок двустворчатых моллюсков (Луконина, 1960а, 1960б), то зоопланктон и зообентос были взаимосвязаны: большее количество молоди, оседавшей из планктона на дно, обеспечивало большую численность зообентоса, и наоборот (Хусаинова, 1968, 1971). Таким образом, снижение численности зоопланктона повлекло за собой и снижение численности зообентоса.

Вселение бычков, атерины и салаки не привело к снижению видового разнообразия фауны свободноживущих беспозвоночных Аральского моря: произошли только изменения численности и биомассы отдельных групп и видов в сторону не только снижения, но и увеличения.

5.4. Интродукция беспозвоночных

5.4.1. Креветка

Тип ARTHROPODA
Подтип Crustacea
Класс Malacostraca
Отряд Decapoda
Семейство PALAEMONIDAE

Palaemon elegans Rathke, 1837

Синонимы: *Leander squilla* Czerniavsky, 1884.

Распространение – Атлантика, Балтийское, Средиземное, Черное, Азовское моря (Борисов, 2012). В Каспийском море является недавним вселенцем. Эвригалинный морской и солоноватоводный вид. Образ жизни – донный, в прибрежье. Основной пищей являются детрит и водные растения (Виноградов, 1974), но поедает и донных беспозвоночных (Малиновская, 1961).

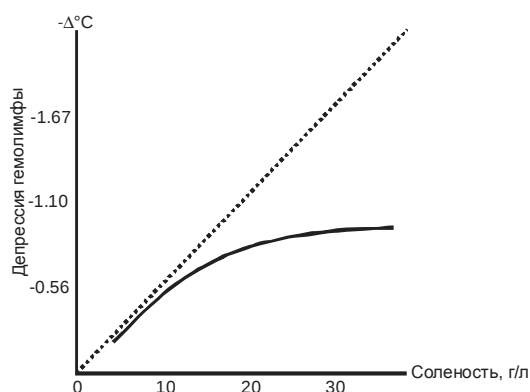


Рис. 5.3. Предполагаемая кривая осморегуляции *Palaemon elegans*.

Соленостный толерантный диапазон – от 5 до >62‰. Осморегуляторные способности – осморегулятор, тип осморегуляции не исследовался, возможно, является гипоосмотиком (рис. 5.3).

Первыми вселенными в Аральском море и натурализовавшимися в нем свободноживущими беспозвоночными были креветки (см. табл.). Они не были плановыми вселенцами и появились в здесь случайно – в 1954–1956 гг. их попутно занесли при не давшей результата попытке акклиматизации каспийских кефалей (Хусаинова, 1958).

Впервые этих высших ракообразных обнаружили в Арале в 1957 г. (Коновалов, 1959). Первоначально полагали, что занесли 2 вида креветок – *Palaemon elegans* Rathke [= *Leander squilla* Czerniavsky] и *P. adspersus* Rathke [= *L. brandti* Czerniavsky] (Карпевич, 1960а, 1975), но проведенные исследования показали, что вселился и натурализовался в Арале только один вид – *P. elegans* (Малиновская, 1961).

Креветка быстро расселилась по всей акватории моря и стала новым пищевым объектом для многих видов промысловых и непромысловых рыб – салаки, чехони, шемаи, судака, бычков, сазана, воблы, окуня. Однако существенного прироста кормовых ресурсов за счет этого вселенца не произошло (Малиновская, 1961; Гаврилов, 1970; Картунова, 1970; Карпевич, 1975).

Распространившаяся по всему морю креветка создала дополнительную нагрузку на зообентос (Хусаинова 1968). Считается, что натурализовавшаяся в Арале креветка стала причиной вытеснения (и в дальнейшем – исчезновения) бокоплава *Dikerogammarus aralensis* (Мордухай-Болтовской, 1972; Андреева 1989; Aladin, Potts, 1992). В рационе креветки 1/3 по весу составляли донные беспозвоночные, включая бокоплава (Малиновская, 1961). Кроме того, биотопы креветки и бокоплава совпадали, и при вспышке численности креветок численность бокоплава стала сокращаться. С 1963 г. по 1966 г встречаемость, средние численность и биомасса *D. aralensis* снизились примерно в 10 раз. Дольше всего он сохранялся на северо-западе Большого моря, но к 1973 г. исчез окончательно (рис. 5.4, 5.5) (Андреева, 1989).

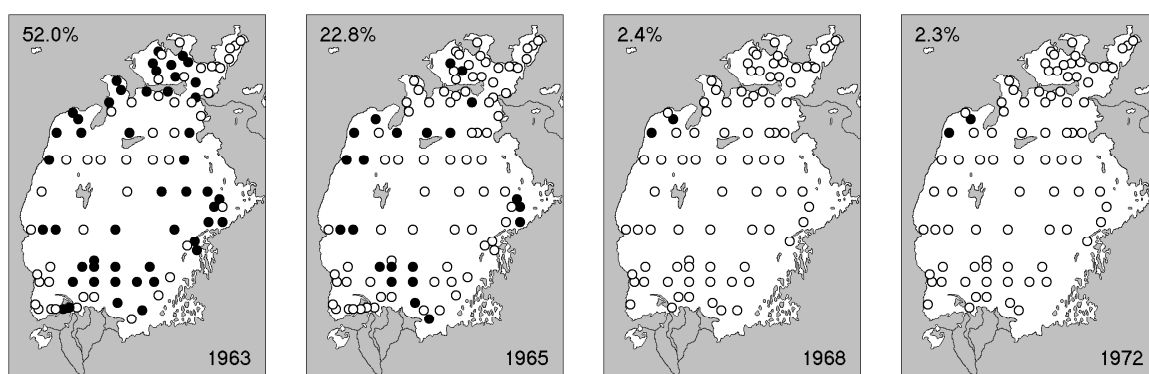


Рис. 5.4. Распространение бокоплава *Dikerogammarus aralensis*: ● – станции стандартной сетки, на которых объект был найден; ○ – станции, на которых объект не был найден; в % указана встречаемость.

Исчезновение бокоплава не могло быть следствием пока еще небольшого осолонения моря, так как в култуках восточного побережья и в акватории Акпеткинского архипелага он жил при солёности до 50‰ (Хусаинова, 1960; Деньгина, 1959а). Причиной

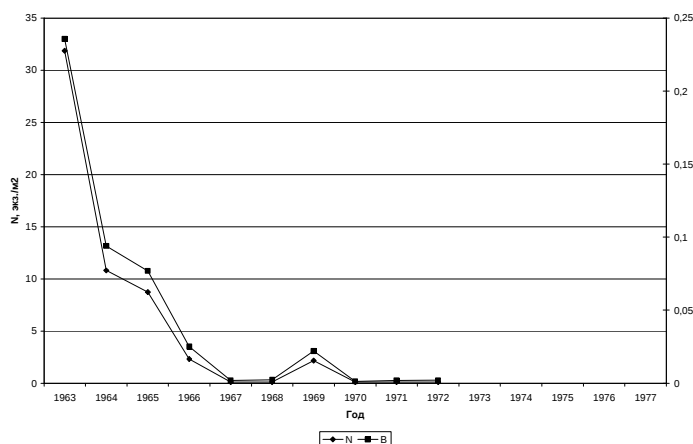


Рис. 5.5. Средние численность (N) и биомасса (B) бокоплава *Dikerogammarus aralensis*.

стали такие биотические факторы, как поедание креветкой и рыбами и конкуренция с вселенцами (Аладин, Котов, 1989). По-видимому, креветка также оказалась и конкурентом рыб-бентофагов, что способствовало сокращению численности донных беспозвоночных в 1960-е годы (Хусаинова, 1968, 1971).

5.4.2. Мизиды

Тип ARTHROPODA
Подтип Crustacea
Класс Malacostraca
Отряд Mysida
Семейство MYSIDAE

***Paramysis (Mesomysis) intermedia* (Czerniavsky, 1882)**

Распространение – Понто-Каспий. В Аральское море этот вид вселили в 1959–1960 гг. из дельты р. Дон. Образ жизни – в прибрежье в придонном слое воды. Питается детритом путем фильтрации взвешенных частиц или их сбора с поверхности дна. Развитие яиц и эмбрионов до молоди проходит в выводковой сумке самки.

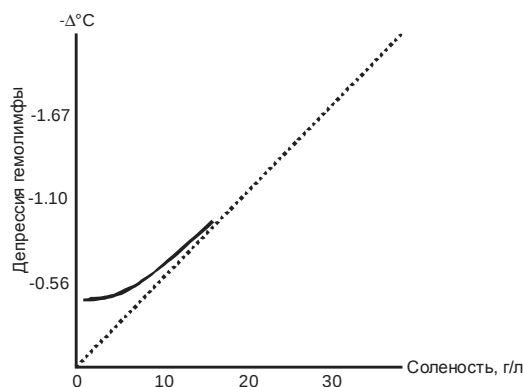


Рис. 5.6. Предполагаемая кривая осморегуляции *Paramysis (Mesomysis) intermedia*.

Соленостный толерантный диапазон – от пресной воды и до 17‰ (Бекмурзаев, 1971). Осморегуляторные способности – осморегулятор, гиперосмотик II порядка (рис. 5.6).

***Paramysis (Serrapalpis) lacustris* (Czerniavsky, 1882)**

Синонимы: *Mesomysis kowalevskyi* Czerniavsky, 1882.

Распространение – Понто-Каспий, эндемик. Образ жизни – в прибрежье в придонном слое воды. Питается детритом путем фильтрации взвешенных частиц или их

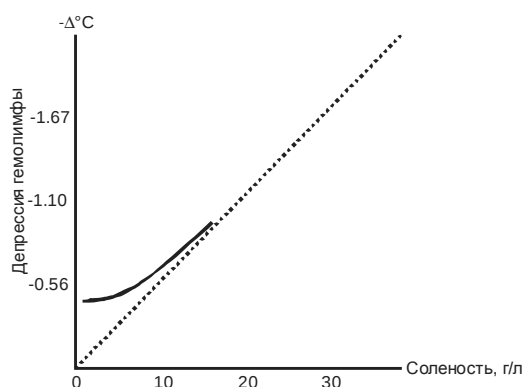


Рис. 5.7. Предполагаемая кривая осморегуляции *Paramysis (Serrapalpis) lacustris*.

сбора с поверхности дна. Развитие яиц и эмбрионов до молоди проходит в выводковой сумке самки.

Соленостный толерантный диапазон – от пресной воды и до 25‰ (Бекмурзаев, 1991). Осморегуляторные способности – осморегулятор, гиперосмотик II порядка (рис. 5.7).

***Paramysis (Metamysis) ullskyi* Czerniavsky, 1882**

Распространение – Понто-Каспий, эндемик. Образ жизни – в прибрежье в придонном слое воды. Питается детритом путем фильтрации взвешенных частиц или их сбора с поверхности дна. Развитие яиц и эмбрионов до молоди проходит в выводковой сумке самки.

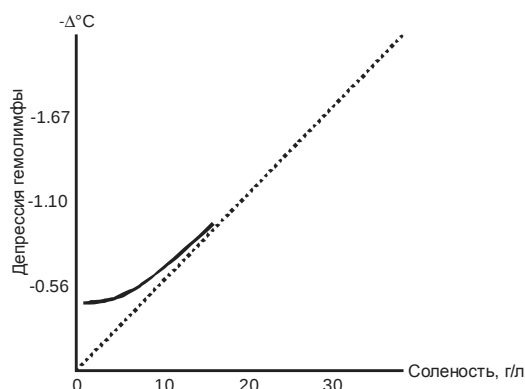


Рис. 5.8. Предполагаемая кривая осморегуляции *Paramysis (Metamysis) ullskyi*.

Соленостный толерантный диапазон – точно неизвестен, ориентировочно лежит в диапазоне от пресной воды и примерно до 18‰. Осморегуляторные способности – осморегулятор, гиперосмотик II порядка (рис. 5.8).

Запланированная интродукция беспозвоночных в Аральское море началась только в 1958 г. Предварительно сотрудниками ВНИРО была проведена большая работа по разработке биологических обоснований акклиматизации целого ряда видов беспозвоночных из Азовского и Каспийского бассейнов. Из их числа были отобраны виды, которые можно было рекомендовать для вселения. Это были преимущественно солоноватоводные и морские виды, более стойкие к ожидавшемуся повышению солености в сравнении с аборигенными видами, а также виды эвритермные, плодовитые и потребляющие детрит. Также были определены места их отлова и разработана биотехника их переселения (Карпевич, 1958, 1960а, 1960б; Бокова, 1958, 1960; Киселева, 1960; Чекунова, 1960).

Первыми из составленного А.Ф. Карпевич списка видов беспозвоночных, предложенных для акклиматизации в Аральском море (Карпевич, 1960а), для вселения были выбраны реликтовые понто-каспийские мизиды, широко распространенные в опресненных зонах Каспия и Азова, в дельтах Волги, Дона, Днепра. В водоемах-донорах эти ракообразные являются ценным кормом для рыб, и их вселение в Арал было желательным, так как расширив и укрепив кормовую базу взрослых промысловых рыб-бентофагов и их молоди это повысило бы промысловые уловы. Среди каспийских донных ракообразных по своей кормовой ценности мизиды занимают первое место, уступая по содержанию белка только хирономидам (Карпевич, 1960б).

Проведенные А.Ф. Карпевич предварительные исследования показали, что намеченные к пересадке мизиды смогут жить в Арале и при солености открытого моря, и в его опресненных районах. Некоторые из них, возможно, могли выжить в аральской воде при ожидавшемся тогда ее осолонении до 17–20‰. В итоге для вселения были намечены 3

вида мизид, массовых в Северном Каспии, Дону и Таганрогском заливе Азовского моря – *Paramysis (Paramysis) baeri* Czerniavsky, *Paramysis (Serrapalpis) lacustris* (Czerniavsky) [= *Mesomysis kowalevskyi* Czern.] и *Limnomysis benedeni* (Czerniavsky). Для их выпуска были рекомендованы такие участки Аральского моря, где условия среды будут наиболее благоприятными для обитания понто-каспийских мизид, а также где многочисленны рыбы, их потребители. Это – заливы Каратерень и Карашалан, опресняемые стоком Сырдарьи, заливы Муйнакский на юге и Большой Сарычеганак на севере, и некоторые другие районы моря (Карпевич, 1960б).

Вселение мизид в Арал было осуществлено в течение 1958–1960 гг. Рачков отлавливали не в дельте Волги, как первоначально предполагалось, а в дельте Дона. При отлове мизид и их выпуске были приняты меры, чтобы вместе с ними не занести каких-либо новых для Аральского бассейна паразитов, бактерий и вредных или просто посторонних беспозвоночных. Отловленные в дельте Дона мизиды оказались представлены иным набором видов, чем планировалось. Преобладали *Paramysis lacustris* (около 90%), остаток составили *P. intermedia* (Czerniavsky) (около 10%) и единичные экземпляры *P. baeri*. В мае 1958 г. в залив Большой Сары-Чеганак Малого моря выпустили 50 тысяч мизид. Через некоторое время в этом же месте еще выпустили более 200 тысяч рачков, также доставленных из низовий Дона (Карпевич, 1960б). Однако эти первые две партии мизид, которые были перевезены из пресноводных условий дельты Дона в залив Большой Сарычеганак с соленостью около 10‰, погибли, и только в 1959–1960 гг. высадка мизид в опресненный мелководный залив Каратерень около устья Сырдарьи стала успешной (Карпевич, Бокова, 1970; Картунова, 1968). Там мизиды были обнаружены в пробах уже в 1961 г. (Галактионова, Бинтинг, 1964; Картунова, 1968). В этом районе началось интенсивное размножение мизид, и из этого центра они стали расселяться по Аральскому морю (Карпевич, Бокова, 1970; Картунова, 1968). Однако из-за малого числа особей (650 тысяч), высаженных только в одном районе Арала, огромных пространств и сложности условий среды соседних районов моря, а также вследствие выедания этих вселенцев рыбами, расселение мизид шло медленно (Карпевич, Бокова 1970).

Для ускорения расселения и натурализации мизид 2 их вида – *Paramysis lacustris* и *P. intermedia* – в 1964 г. были перевезены с севера Арала из залива Каратерень на юг моря в опресненный Сарбасский залив у дельты Амударьи (Бекмурзаев, 1970; Картунова, 1970). В 1965 г. мизиды были встречены и в Аббасском заливе (Бекмурзаев, 1965). В этих и других заливах на юге моря мизиды прижились и образовали многочисленные популяции (Бекмурзаев, 1970).

Из завезенных в Арал 3 видов мизид – *Paramysis lacustris*, *P. intermedia* и *P. baeri* – натурализовались только первые два вида (Картунова, 1970). Интродукция третьего вида оказалась неудачной. Во-первых, среди высаженных в Арал 1449 тысяч мизид было только около 28 тысяч особей этого вида. Во-вторых, термический режим Арала, по-видимому, оказался для него менее благоприятным, чем для первых двух видов. Результаты вселения мизид в водохранилища Средней Азии показали, что в относительно холодных водохранилищах (как и в случае Аральского моря) лучше выживает *P. intermedia*, тогда как в теплых водохранилищах (Пролетарское) хорошо прижилась *P. baeri* (Карпевич, Бокова, 1970).

Если в течение первых лет после вселения мизид в море преобладали завезенные в большем количестве *Paramysis lacustris*, то во второй половине 1960-х годов они почти полностью исчезли, и их место заняли *P. intermedia*. Этот вид стал самым массовым и наиболее широко распространенным видом мизид (около 90% от всей их численности), заселив прибрежную полосу всего Арала до глубин 6–7 м, исключая осолоненный район Акпеткинского архипелага. Исчезновение *P. lacustris* или было связано с неблагоприятными для этого вида условиями обитания в новом биотопе, или же было обусловлено прессом со стороны хищников. Более крупные и менее подвижные *P.*

lacustris, вероятно, выедались рыбами интенсивнее, чем *P. intermedia*. *P. lacustris* был малочисленным, сохранялся только на севере моря, в опресняемой зоне вблизи устья Сырдарьи, главным образом в заливе Каратерень (Бекмурзаев, 1970; Карпевич, Бокова, 1970; КОРТУНОВА, 1968, 1970).

Самым малочисленным видом мизид был *Paramysis ullskyi*. Его никто в Арал не специально не вселял, он самостоятельно появился в море в 1965 г. в приустьевом пространстве Сырдарьи, а не в заливе Каратерень, где выпускали остальных мизид. Предположительно *P. ullskyi* вселилась в Арал из Кайрак-Кумского и Фархадского водохранилищ в верховьях Сырдарьи, куда мизид завезли в 1963 г. и где этот вид отмечали в небольшом количестве (Ахроров, 1968; КОРТУНОВА, 1970).

К концу 1960-х годов мизиды освоили почти всю акваторию моря. Кроме того, мизиды появились в Сырдарье и заселили ряд связанных с ней озер. Однако нельзя исключить, что они проникли туда не из Арала, а вселились, как *P. ullskyi*, из расположенных выше по течению реки водохранилищ (КОРТУНОВА, 1970).

5.4.3. *Нереис*

Тип ANNELIDA
Класс Polychaeta
Отряд Phyllodocida
Семейство NEREIDIDAE

***Hediste diversicolor* (O.F. Müller, 1776)**

Синонимы: *Nereis diversicolor* (O.F. Müller, 1776).

Происхождение – средиземноморский восточно-атлантический вид. Образ жизни – донный, живет в норках, всеяден, предпочитает пищу животного происхождения, но может питаться зелеными и диатомовыми водорослями, зостерой и даже существовать исключительно как детритофаг. Развитие личинок протекает в норках (Хлебович, 1996), планктонная трохофора отсутствует. В Арале можно встретить в планктоне вышедшую из яиц сходную с нектохетой 3–4-сегментную молодь (Атлас ..., 1974). По наблюдениям Н.Н. Романовой (Хлебович, 1996) в условиях замора сами черви могут покидать норки и плавать. Очевидно, с этим связано их быстрое распространение по морю после выпуска (Хлебович, Комендантов, 1985).

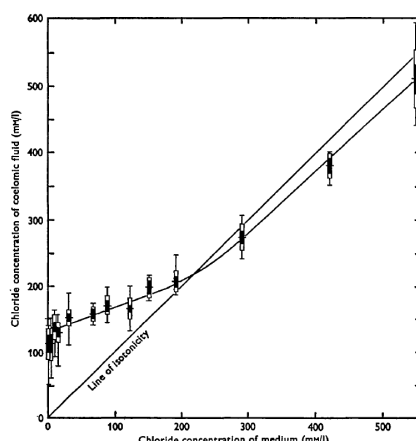


Рис. 5.9. Кривая осморегуляции *Hediste diversicolor* (из: Smith, 1970).

Широко эвригалинный физиологически пресноводный вид. Взрослые черви, благодаря совершенной гипертонической осморегуляции, могут месяцами жить в пресной воде, но для оплодотворения и личиночного развития требуют воду соленостью не менее

4–5‰ (Хлебович, 1996). Соленостный толерантный диапазон взрослых червей – от пресной воды до 70‰ (Oglesby, 1970; Филиппов, 1995). У личинок его верхняя граница несколько ниже, возможно, 65‰ (Mirabdullayev et al., 2004). Осморегуляторные способности – конфогиперосмотик (Smith, 1970) I порядка (рис. 5.9).

Этот многощетинковый червь стал следующим плановым вселенцем из числа рекомендованных для вселения в Арал свободноживущих беспозвоночных. Ранее, в 1939–1940 гг., после предварительного проведения целого комплекса исследований нереис *H. diversicolor* был успешно вселен как потребитель детрита и илоед из Азовского моря в Каспий (Карпевич, 1975).

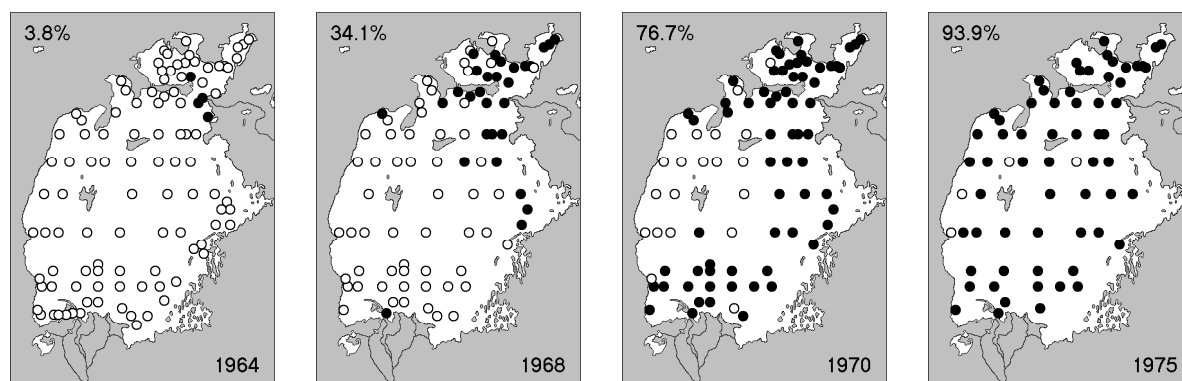


Рис. 5.10. Расселение многощетинкового червя *Hediste diversicolor*. (Обозначения, как на рис. 5.4).

Червей (107 тыс. экз.) завозили в 1960–1961 гг. из Бердянских лиманов Азовского моря и выпускали в опресненный залив Джиды Малого моря. Выживание первой же партии было успешным. Нереис быстро натурализовался в Малом Арале и в 1963 г. был обнаружен севернее и южнее мест выпуска, и к 1968 г. полностью заселил его. В 1965 г. *H. diversicolor* проник в Большой Арал (Карпевич, 1975), где направление его дальнейшего расселения определялось переносом пелагических личинок преобладающим здесь антициклоническим (по часовой стрелке) течением (Бортник, Чистяева, 1990).

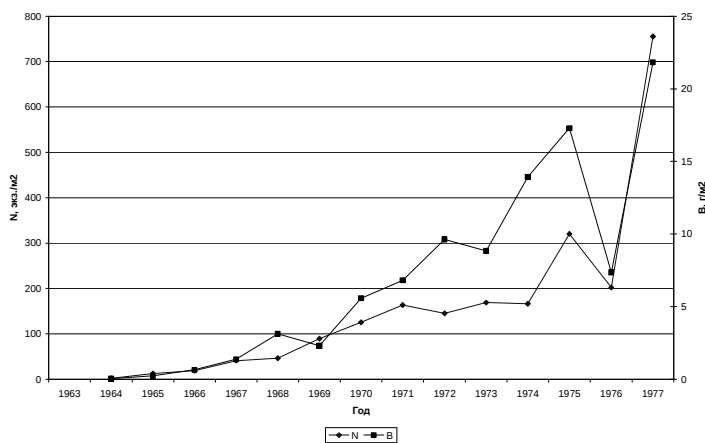


Рис. 5.11. Средние плотность поселения (N) и биомасса (B) многощетинкового червя *Hediste diversicolor*.

К 1973–1974 г. *H. diversicolor* распространился по всему Аральскому морю (рис. 5.10, 5.11), заселив разнообразные типы грунтов и глубины до 20 м и более. Максимальные значения его биомассы были отмечены на сером иле на глубинах 10–20 м. Нереисом стали питаться молодь хищных рыб и взрослые бентосоядные рыбы (Гаврилов, 1970; Картунова, 1970; Бекмурзаев, 1970; Карпевич, 1975; Мордухай-Болтовской, 1972; Маркова, Проскурина, 1974; Проскурина, 1976, 1979; Андреева, 1989).

5.4.4. Двустворчатые моллюски

Не все виды моллюсков фауны Аральского моря были ценным кормом для рыб. Из числа наиболее массовых двустворчатых моллюсков интенсивно поедался только *Hypanis minima*, тогда как *Cerastodema* spp. из-за своей толстой раковины и ограниченного ареала обитания и *Dreissena polymorpha* старших возрастов не были ценным кормом, и использовались в пищу бентосоядными рыбами ограниченно. В отличие от них средиземноморско-атлантический двустворчатый моллюск *Syndosmya segmentum* имеет тонкостенную раковину, способен использовать мелкий растительный детрит, и сам является доступным кормом для рыб (Карпевич, 1960а; Яблонская, 1960б).

Тип MOLLUSCA
Класс Bivalvia
Отряд Veneroida
Семейство SEMELIDAE

Syndosmya segmentum Récluz, 1843

Синонимы: *Syndesmya segmentum* Récluz, 1843; *Abra ovata* Philippi, 1836; *Abra segmenta* (Récluz, 1843); *Abra segmentum* (Récluz, 1843).

Распространение – Атлантическое побережье Европы (на север до Англии), Средиземное, Черное, Азовское моря, акклиматизирован в Каспийском море (Кияшко, 2013).

Образ жизни – донный. Представитель инфауны; зарывается в грунт, выставляя наружу длинные сифоны. По способу питания – детритофаг (Карпевич, 1962; Невеская, 1965). Моллюски захватывают вводным сифоном со дна частицы детрита. Размножение происходит в теплое время года. Имеется пелагическая личинка.

Соленостный толерантный диапазон взрослых моллюсков – примерно от 4‰ и до 52‰ (Андреев, Андреева, 1996). Осморегуляторные способности – предположительно конфогиперосмотик I порядка (Аладин, 1990).

Этого моллюска завозили и вселяли в Арал из Таганрогского залива и Бердянских лиманов Азовского моря три раза – в 1960, 1961 и 1963 гг. Первая попытка (1960 г.) вселения *S. segmentum* в опресненный залив Джиды Малого Арала оказалась неудачной. Очевидно, первая партия погибла, так как в этом районе моллюски не были обнаружены.

В 1961 и 1963 г. этих моллюсков выпускали тоже в Малом море в заливе Большой Сарычеганак с соленостью 10.2‰, и на этот раз акклиматизация и натурализация прошли успешно. Впервые они были зарегистрированы в пробах зообентоса в 1967 г., в 1970 г. проникли в Большой Арал, и к 1973 г. уже расселились по всему Аральскому морю (Кортунова, 1970; Карпевич, 1975; Андреева, 1978) (рис. 5.12, 5.13). С 1967 по 1971 г.

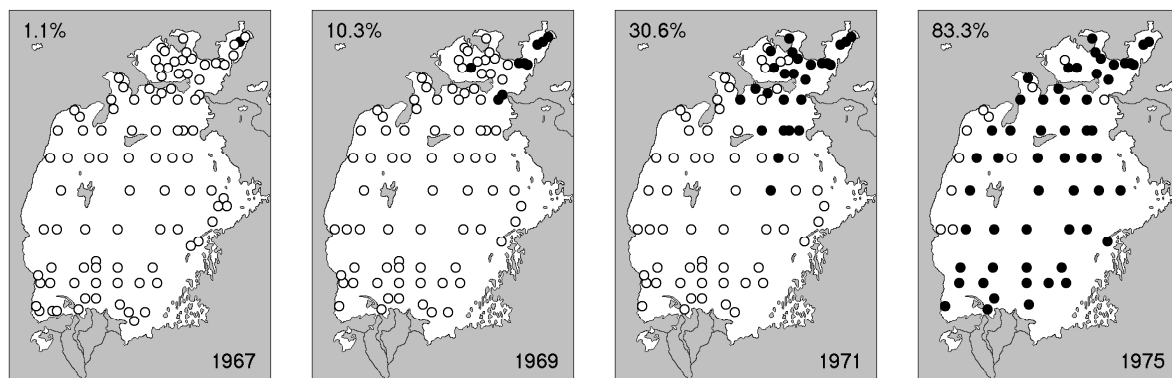


Рис. 5.12. Расселение двустворчатого моллюска *Syndosmya segmentum*. (Обозначения, как на рис. 5.4).

средняя плотность поселения увеличилась с 5.7 до 90.7 экз./м² (Гаврилов, 1972) и к 1977 г. превысила 800 экз./м².

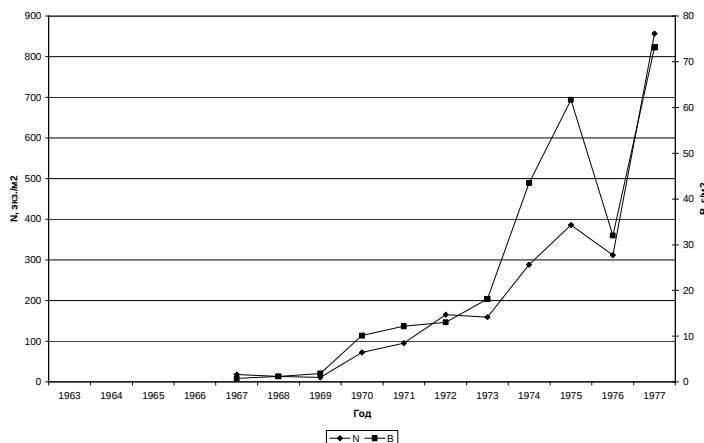


Рис. 5.13. Средние плотность поселения (N) и биомасса (B) двустворчатого моллюска *Syndosmya segmentum*.

В результате *S. segmentum* стала основным компонентом зообентоса, а ее личинки составили основу меропланктона, и прежде практически полностью представленного личинками двустворчатых моллюсков. В среднем по морю на ее долю приходилось 2/3 биомассы и 1/3 численности всех донных макроорганизмов (Андреева, 1978).

В 1964 и 1965 гг. предпринимались не давшие результата попытки вселить двустворчатого моллюска *Monodacna colorata* (Хусаинова, 1971).

5.4.5. Планктонные ракообразные

В середине и конце 1960-х, а также в начале 1970-х годов в Аральское море для восстановления планктонного сообщества, нарушенного непродуманным вселением салаки и случайным заносом атерины, вселяли планктонных ракообразных. Для этого из числа ранее рекомендованных А.Ф. Карпевич к вселению в Аральское море эвригалинных Copepoda были выбраны *Calanipeda aquaedulcis* и *Heteroscope caspia* (Гуныко, Алдакимова, 1963; Бондаренко, 1974; Карпевич, 1975).

Тип ARTHROPODA
Подтип Crustacea
Класс Maxillopoda
Подкласс Copepoda
Отряд Calanoida
Семейство PSEUDODIAPTOMIDAE

Calanipeda aquaedulcis Kritchagin, 1873

Распространение – Каспийское, Азовское, Черное моря, опресненные участки Средиземного моря. Морской вид. Образ жизни – в планктоне, фито-детритофаг.

Соленостный толерантный диапазон – 0.5–56‰. Осморегуляторные способности – возможно, обладает гипертонической регуляцией в гипотонической среде и является осмоконформером (Губарева, Светличный, 2011) в гипертонической.

Средиземноморско-атлантического рачка *Calanipeda aquaedulcis* вселяли дважды. Весной 1965 г. рачков перевезли из кубанских лиманов в заливы Муйнакский и Каракултук на юге Большого Арала с соленостью около 8‰, в Сарбасский залив с соленостью 6‰, а также в опресненный залив Аббас и устье Амударьи. В 1966 г. калянипеду, вновь взятую из кубанских лиманов, выпустили (12.5 млн. экз.) только в Муйнакский и Сарбасский заливы. Летом 1970 г. *C. aquaedulcis*, на этот раз из

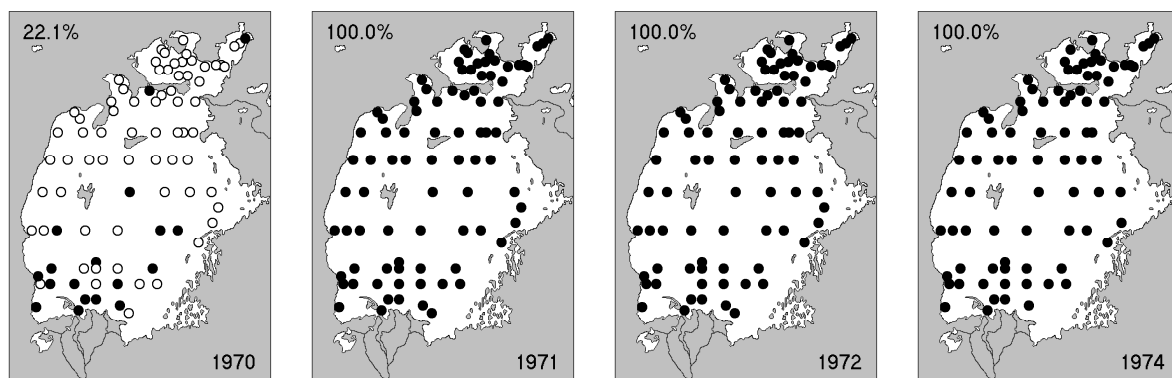


Рис. 5.14. Распространение *Calanipeda aquaedulcis*. (Обозначения, как на рис. 5.4)

Таганрогского залива Азовского моря (5 млн. экз.), была перевезена также только в Муйнакский и Сарбасский заливы. При этом при просмотре проб из транспортировочных пакетов с рачками было обнаружено, что в Аральское море попутно попали и планктонные личинки краба *Rhithropanopeus harrisii tridentata* Maitland (Карпевич, 1975; Мордухай-Болтовской, 1972).

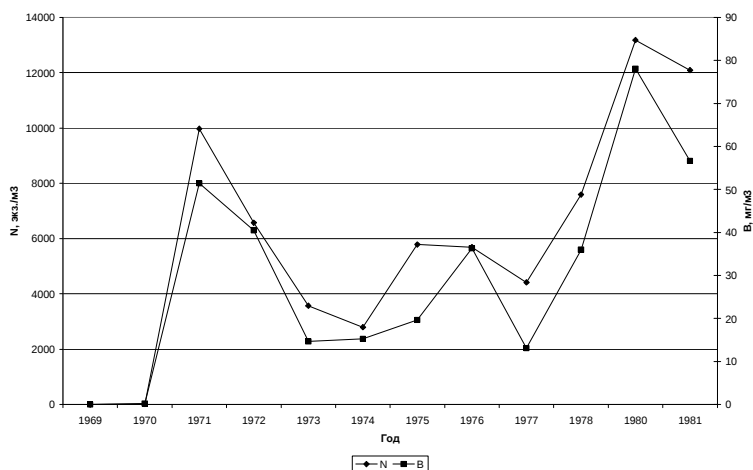


Рис. 5.15. Средние численность (N) и биомасса (B) *Calanipeda aquaedulcis*.

Впервые единичные экземпляры *C. aquaedulcis* обнаружили в Арале только в 1970 г., через 5 лет после первой попытки вселения – сначала в пробах зоопланктона из заливов Сарбас и Муйнак (Казахбаев, 1974), а затем и в пробах из открытого моря (Кортунова и др., 1972). Уже летом 1970 г. года эти рачки заселили всю акваторию опресняемых придельтовых заливов Большого моря и проникли в Малый Арал. К осени этого же года они появились и в солоноватых участках заливов юга моря с соленостью 9–11‰. К лету 1971 г. *C. aquaedulcis*, благодаря своей высокой плодовитости – 6 генераций в году (Фаломеева, Казахбаев, 1981), быстро увеличивая численность, расселилась по всему морю (рис. 5.14, 5.15), включая районы Акпеткинского архипелага с соленостью до 15–18‰.

С этого времени калянипеда вошла в число видов, доминирующих в зоопланктоне Аральского моря (Дарибаев, 1967; Казахбаев, 1972, 1974; Карпевич, 1975; Андреев, 1978, 1980, 1989). При этом всего за один год с лета 1970 г. к лету 1971 г. одновременно резко сократилась численность прежнего доминанта, *Arctodiaptomus salinus*, до этого уже сильно снизившаяся еще к началу 1960-х гг. из-за истребления этого рачка вселенными планктофагами. К 1974 г. *C. aquaedulcis* окончательно вытеснила *A. salinus*, который с этого времени в Арале больше не встречается, и заняла его место (рис. 5.16).

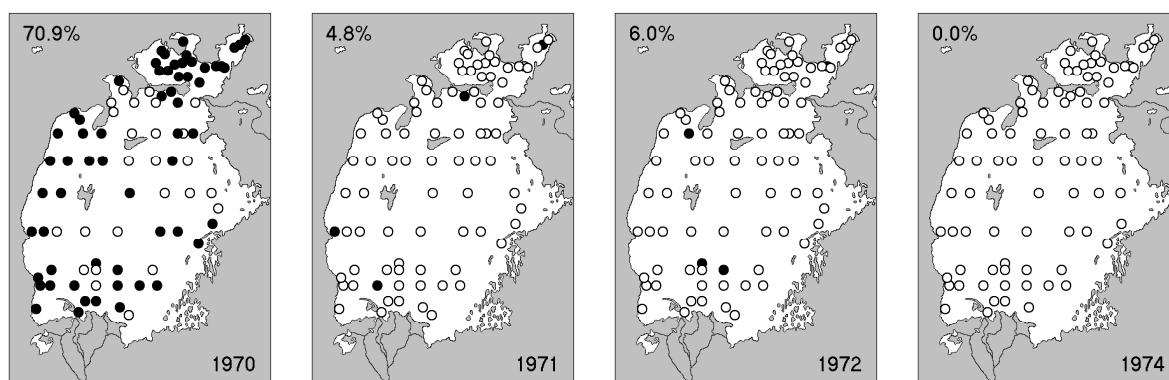


Рис. 5.16. Распространение *Arctodiaptomus salinus*. (Обозначения, как на рис. 5.4)

По-видимому, в это же время *Calanipeda aquaedulcis* стала как конкурент причиной исчезновения ветвистоусого рачка *Moina salina*, исчезнувшего к 1973 г. (рис. 5.17), как и в случае с *Arctodiaptomus salinus*. Повышение солености никак не могло быть причиной исчезновения *M. salina*, так как этот широко эвригалинный гидробионт может жить и при солености выше 80‰ (Аладин, 1996).

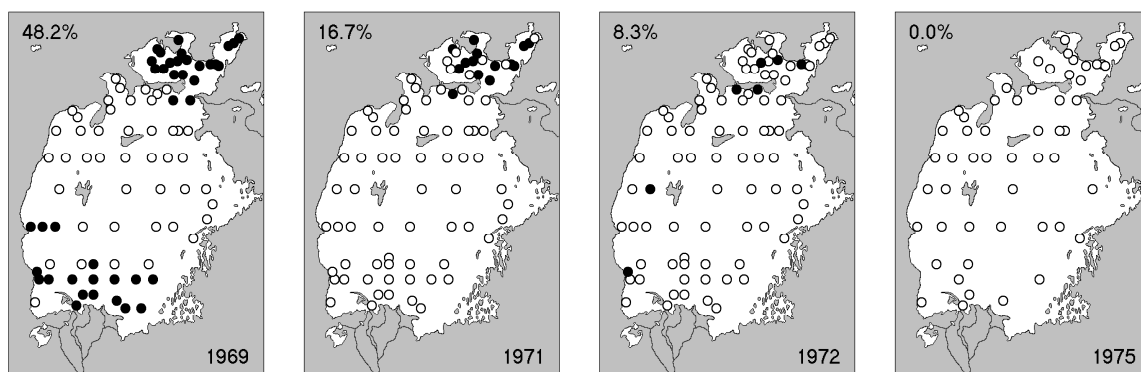


Рис. 5.17. Распространение *Moina salina*. (Обозначения, как на рис. 5.4)

Попытка вселения веслоного рачка *Heteroscope caspia*, предпринятая в 1971 г., когда *C. aquaedulcis* уже заселила все море, оказалась неудачной – этот рачок в Арале не прижился (Аладин и др., 2004).

5.4.6. Краб

Тип ARTHROPODA
Подтип Crustacea
Класс Malacostraca
Отряд Decapoda
Семейство PANOPEIDAE

Rhithropanopeus harrisii tridentata Maitland, 1874

Распространение – нативный ареал этого краба находится в Мексиканском заливе и на тихоокеанском побережье Северной Америки. Широко эвригалинный обитатель солоноватых и морских вод, может проникать и в пресные воды. Является инвазивным видом. В Европе впервые был обнаружен в Нидерландах (Борисов, 2012). В дальнейшем этот краб расселился в Средиземном, Северном, Черном, Азовском и Балтийском морях, а также был занесен в Каспий.

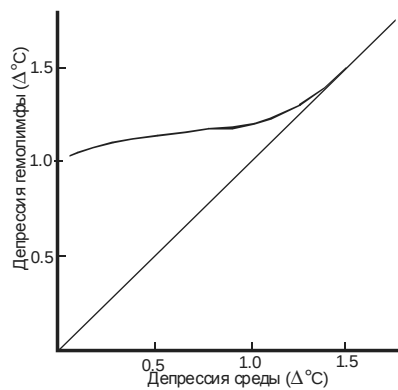


Рис. 5.18. Кривая осморегуляции *Rhithropanopeus harrisii tridentata* (из: Lockwood, 1962).

Соленостный толерантный диапазон – от пресной воды до $>56\%$. Осморегуляторные способности – осморегулятор, конфогиперосмотик I порядка (Bayly, 1972) (рис. 5.18).

Случайно занесенный на стадии планктонной личинки при вселении в 1970 г. *C. aquaedulcis* в Большой Арал краб *Rhithropanopeus harrisii tridentata* Maitland к 1976 г. расселился в пределах этой части моря (Андреев, Андреева, 1988), но так и не проник в Малый Арал. Этому можно предложить следующее объяснение. Количество пелагических личинок краба, занесенных в Большое море, было незначительным по сравнению с количеством вселенной *C. aquaedulcis*. По этой причине расселение краба с юга моря в направлении пролива Берга и Малого Арала шло существенно медленнее, чем расселение *C. aquaedulcis*. К тому времени, когда он достиг этого района, собственный водный баланс Малого Арала уже стал слегка положительным, и в проливе установилось течение, направленное в Большой Арал и ставшее барьером для проникновения планктонных личинок краба в Малый Арал, и он в результате так и не смог заселить всё Аральское море. Однако при этом так и остается не ясным, что не позволило самим крабам мигрировать через пролив Берга в Малое море.

5.4.7. Последние попытки интродукции беспозвоночных

В середине 1980-х гг. были сделаны последние попытки вселения морских эвригалинных беспозвоночных в Арал. В 1985 и 1986 гг. пытались вселить морского веслоногого рачка *Acartia clausi* Giesbrecht, который не смог натурализоваться в Арале. В этом случае причина неудачи, возможно, была в том, что соответствующая экологическая ниша уже была занята *Calanipeda aquaedulcis*, к этому времени ставшей доминирующим видом ракообразных в зоопланктоне моря (Аладин и др., 2004). В 1986–1987 гг. пытались вселить из Азовского моря 2 вида двустворчатых моллюсков – *Mytilus galloprovincialis* Lamarck и *Mya arenaria* Linnaeus, которых выпустили в Большой Арал у о. Барсакельмес. Обе интродукции не дали положительного результата, в первом случае – по причине отсутствия в Арале плотных субстратов, необходимых мидиям для прикрепления. Кроме того, оба моллюска были выпущены на мелководьях, которые из-за непрекращающегося падения уровня моря полностью обсохли в течение нескольких месяцев. Если бы с учетом этого *M. arenaria* была бы выпущена не на мелководье, то тогда еще нельзя было исключить возможность успешной интродукции этого моллюска.

* * *

Вселение эвригалинных морских планктонных и бентосных видов беспозвоночных стало примером продуманной и успешной интродукции. *Hediste diversicolor*, *Syndosmya segmentum* и *Calanipeda aquaedulcis* вошли в число доминирующих видов фауны Аральского моря и, благодаря высокой эвригалинности, в дальнейшем благополучно

пережили дальнейшее осолонение Малого Арала. Напротив, практически все натурализовавшиеся случайные вселенцы оказали негативное влияние на фауну и экосистему Аральского моря.

Вселенные человеком в Аральское море в ходе проведения акклиматизационных мероприятий и имеющие внутреннюю среду свободноживущие беспозвоночные являются осморегуляторами следующих типов:

- 1) конфогиперосмотики I порядка;
- 2) конфогиперосмотики II порядка;
- 3) гиперосмотики II порядка;
- 4) гипоосмотики.

Глава 6.

ИЗМЕНЕНИЯ В ФАУНЕ СВОБОДНОЖИВУЩИХ БЕСПОЗВОНОЧНЫХ АРАЛЬСКОГО МОРЯ, СВЯЗАННЫЕ С ИЗМЕНЕНИЕМ ЕГО СОЛЕННОСТИ

Второй и основной причиной изменений в фауне Аральского моря, стала современная регрессия этого соленого озера, начавшаяся после 1960 г. и вызванная деятельностью человека. С этого времени ведущим фактором, который и в настоящее время определяет всё биоразнообразие этого водоема, становится меняющаяся (как растущая, так и снижающаяся) соленость его вод.

Сразу нужно отметить, что существующие и доступные многолетние данные по встречаемости отдельных видов свободноживущих беспозвоночных в Аральском море, которые позволяют установить с достаточной точностью время их исчезновения или появления, к сожалению, отличаются своей неполнотой. Фактически они ограничены только Metazoa, причем сравнительно небольшим числом наиболее массовых и легко идентифицируемых форм.

В первую очередь, это – виды, обитающие в открытом море и отдельно учитывавшиеся в планктонных и бентосных пробах, которые регулярно собирали по всему Аралу на стандартной сетке станций. Они также имеют значение как объекты питания рыб, и их число невелико. Это – коловратки рода *Synchaeta* (но без определения до вида); многощетинковый червь *Hediste diversicolor*; ветвистоусые рачки *Moina salina*, *Podonevadne camptonyx*, *P. angusta*, *P. trigona*, *Evadne anonyx* и *Cercopagis pengoi aralensis*; веслоногие рачки *Arctodiaptomus salinus* и *Calanipeda aquaedulcis*; бокоплав *Dikerogammarus aralensis*; двустворчатые моллюски *Dreissena* spp., *Cerastoderma* spp., *Hypanis* spp. (все без определения до вида) и *Syndosmya segmentum*; брюхоногие моллюски *Caspiohydrobia* spp. (без определения до вида) и *Theodoxus pallasi*. Что же касается таких ресурсных групп беспозвоночных, как олигохеты, циклопы и хирономиды, то данные о том, какими именно видами они были представлены в этих пробах, в архивных материалах этих съемок практически отсутствуют.

В этих материалах отсутствуют какие-либо сведения по тем группам беспозвоночных, сбор которых должен производиться отдельно и с применением специальных методов. К ним относятся простейшие, гарпактициды, мелкие представители донной фауны, такие как нематоды, ресничные черви, ракушковые рачки, водяные клещи, а из макробентоса вагильные виды (так как дночерпатели, как правило, их не берут) – мизиды, креветка и краб.

Следует отметить, что совсем нет данных о том, как менялась фауна зарослей и фауна обрастаний, поскольку после подготовки «Атласа беспозвоночных Аральского моря» (1976) соответствующих исследований уже не было. Кроме того, последующие исследования больше не затрагивали стрекающих, ресничных червей, нематод, ручейников и водяных клещей, а на протяжении долгого времени – простейших и мшанок.

Тем не менее, даже при таком значительном дефиците необходимых данных в целом ряде случаев возможно хотя бы приблизительно реконструировать последовательность выпадения или появления отдельных видов из фауны Аральского моря при росте его солености или же, наоборот, ее снижении. Для этого могут использоваться существующие экспериментальные данные по соленостной толерантности отдельных видов. Также возможна ее приблизительная оценка на основе данных по их встречаемости в сильно осолоненных районах Арала, а также при различной солености в других водоемах.

Данные по недавнему прошлому фауны гидробионтов, имеющих хорошо сохраняющиеся панцири или раковины, можно получить путем анализа состава

танатоценозов, находящихся на обсохшем при падении уровня дне моря. Остатки гидробионтов могут быть собраны под высохшими выбросами морской травы, защищающими их от разрушения и перемещения водой и ветром. Для сбора материала, захороненного в затвердевшем илистом грунте бывшего дна, выкапывают неглубокие шурфы. Датировка танатоценозов осуществляется по положению береговой линии в прошлом (Аладин, 1991).

6.1. Начальный период осолонения

На протяжении 1961–1970 гг. высыхание Аральского моря и, соответственно, повышение его солености шли пока еще очень медленно. За это первое десятилетие средняя соленость увеличилась только на 1.5‰, и к 1971 г. она достигла 11.5‰ (см. рис. 2.3). На этом начальном этапе современной регрессии и осолонения Арала изменения, происходившие в фауне свободноживущих беспозвоночных, были, в первую очередь, связаны с вселением новых видов беспозвоночных и рыб, и только частично они могли быть вызваны повышением солености его вод.

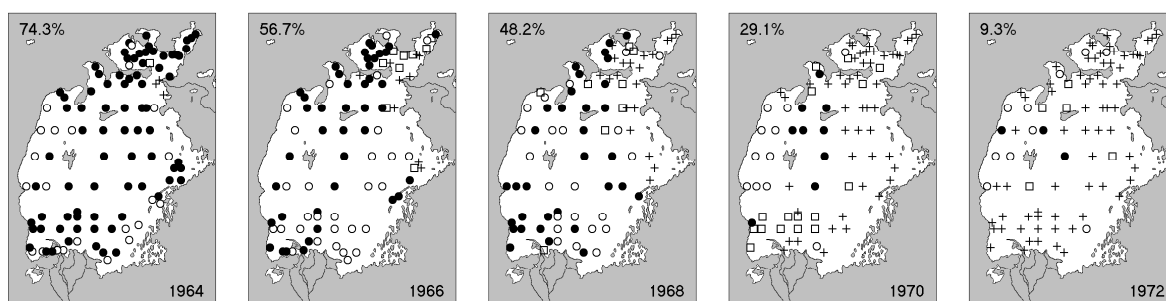


Рис. 6.1. Распространение личинок Chironomidae и расселение *Hediste diversicolor*: ● – станции стандартной сетки, где найдены только Chironomidae; + – станции, где найден только *H. diversicolor*; □ – станции, где найдены и Chironomidae, и *H. diversicolor*; ○ – станции, где оба объекта не найдены; в % указана встречаемость личинок Chironomidae.

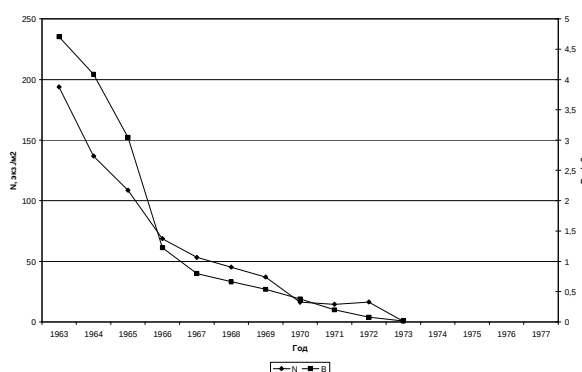


Рис. 6.2. Изменение средних плотности поселения (N) и биомассы (B) личинок Chironomidae.

В 1963 г. резко началось очень быстрое снижение встречаемости, общей численности и биомассы (рис. 6.1, 6.2) личинок Chironomidae в Арале, и к 1971 г. они снизились многократно. При этом на всем протяжении периода 1961–1971 гг. никаких изменений видового состава их фауны не наблюдалось (Андреева, 1989).

Нет достаточных оснований считать небольшое повышение солености (в рассматриваемый период она еще не превышала верхнюю границу 1-й барьерной солености 8–13‰) главной и, тем более, единственной причиной происходившего, если

большинство видов личинок хирономид встречалось в осолоненных районах моря при 20‰ и выше (Деньгина, 1959а; Андреева, 1989).

По-видимому, основную роль в исчезновении личинок хирономид сыграл вселенный в 1960–1961 гг. многощетинковый червь *Hediste diversicolor*, который стал не только их конкурентом, но и непосредственно использовал их в пищу. Произошло именно то, чего ожидала А.Ф. Карпевич (1960, 1975) от вселения этой полихеты в Арал, обосновывая целесообразность этого мероприятия. По мере своего расселения *H. diversicolor* уничтожал личинок хирономид и занимал их место (рис. 6.1), и к 1974 г., когда червь расселился по всему морю, этот процесс завершился.

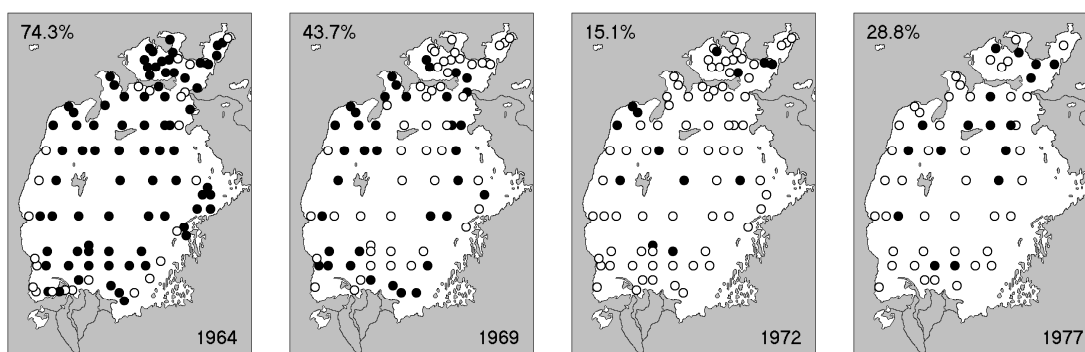


Рис. 6.3. Распространение двустворчатых моллюсков *Dreissena* spp. (Обозначения, как на рис. 5.4)

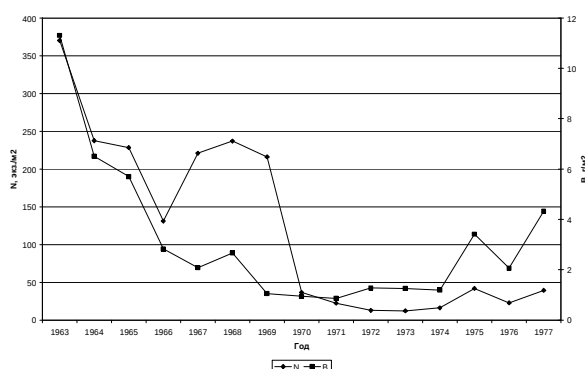


Рис. 6.4. Средние плотность поселения (N) и биомасса (B) двустворчатых моллюсков *Dreissena* spp.

В рассматриваемый период произошло снижение общих численности и биомассы четырех форм двустворчатых моллюсков рода *Dreissena* (рис. 6.3, 6.4) – гиперосмотиков I и II порядков. С 1963 г. они очень быстро уменьшились к 1970 г. примерно в 10 раз. Снизилась и их встречаемость. К сожалению, из-за отсутствия данных по отдельным формам дрейссен, осталось неизвестным, в какой степени это сокращение численности затронуло конкретно каждый из этих видов и подвидов. Во всяком случае имевшее место повышение солености и сокращение опресненных зон перед дельтами рек должны были сказаться на обитавшей там и менее резистентной к солености *D. polymorpha aralensis* (Andrusov), но пока еще не должны были повлиять на более резистентных к солености (Деньгина, 1959а; Андреева, 1989) *D. p. obtusicarinata* (Andrusov) и *D. caspia pallasii* (Andrusov).

Аналогичная ситуация наблюдалась и в случае представленных в Арале тремя формами двустворчатых моллюсков рода *Hypanis* (рис. 6.5, 6.6). Их общие численность и биомасса быстро уменьшились (Андреева, Андреев, 1987; Андреева, 1989) с 1963 г. к 1970 г. также на порядок. Снизилась и их встречаемость. Так же как и в случае с *Dreissena*, остается неизвестным, в какой степени это затронуло каждый из видов и подвидов этих двустворок.

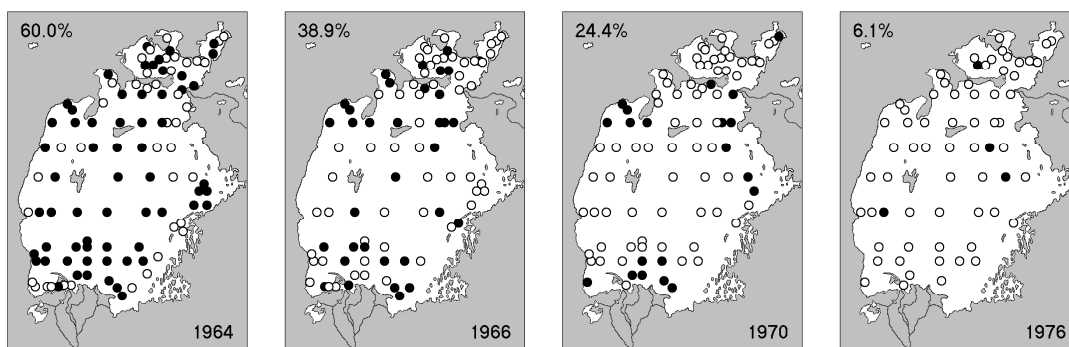


Рис. 6.5. Распространение двустворчатых моллюсков *Hypanis* spp. (Обозначения, как на рис. 5.4)

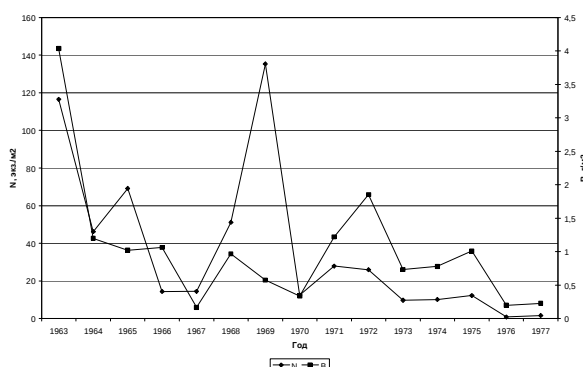


Рис. 6.6. Средние плотность поселения (N) и биомасса (B) двустворчатых моллюсков *Hypanis* spp.

Сокращение численности *Dreissena* и *Hypanis* в зообентосе Арала нашло свое отражение в снижении общей численности всех личинок двустворчатых моллюсков в планктоне, которое наблюдалось в 1967–1969 гг. (Андреева 1989).

В Аральском море двустворчатые моллюски *Cerastoderma rhomboides rhomboides* (Lamarck) и *C. isthmicum* Issel (их рассматривали и учитывали как один вид *Cardium edule*) исходно были сравнительно малочисленными по сравнению с моллюсками *Dreissena* spp. и *Hypanis* spp. Эти два вида *Cerastoderma* имели различные соленостные оптимумы и встречались в разных районах моря. Основную часть акватории Арала населяла *C. r. rhomboides*. Распространение *C. isthmicum* было ограничено осолоненными районами моря (култуки Акпеткинского архипелага и заливы восточного побережья Большого моря). С продвижением в эти осолоненные районы и по мере роста солености численность *Cerastoderma* снижалась вплоть до исчезновения этих моллюсков, но при дальнейшем увеличении солености в этом градиенте *Cerastoderma* вновь появлялась. Ее численность росла и достигала максимума при 24–28‰. Таким образом первый вид сменялся вторым (Деньгина, 1959а; Старобогатов, 1974; Андреева, 1989).

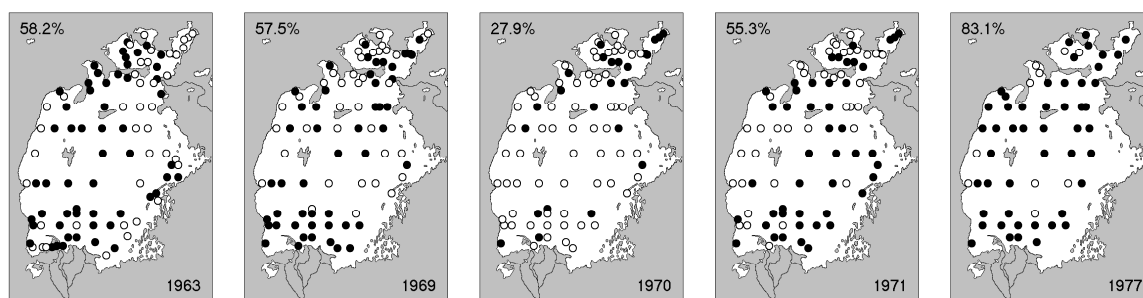


Рис. 6.7. Распространение двустворчатых моллюсков *Cerastoderma* spp. (Обозначения, как на рис. 5.4)

В 1964–1970 гг. рост солености Аральского моря вызвал сокращение ареала *C. r. rhomboides* (рис. 6.7), но не привел к выпадению этого вида из состава фауны (Андреева, 1989).

После 1965 г. произошло резкое и быстрое сокращение к 1967 г. численности и биомассы брюхоногого моллюска *Theodoxus pallasi*. Снизилась и его встречаемость (рис. 6.8, 6.9).

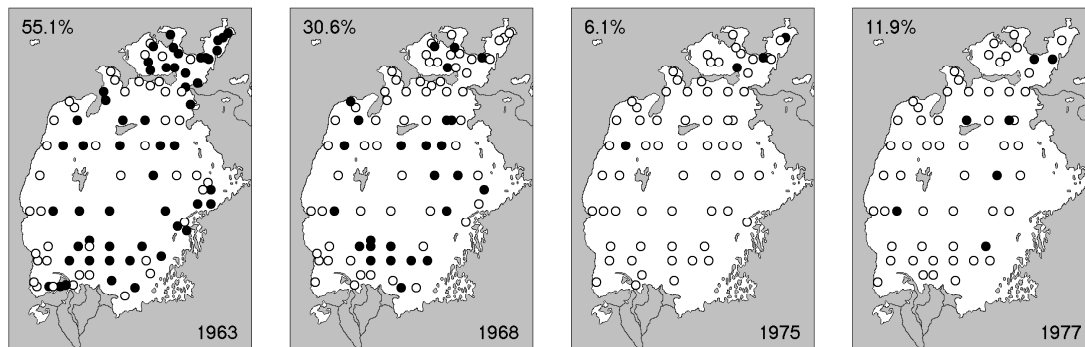


Рис. 6.8. Распространение брюхоногого моллюска *Theodoxus pallasi*. (Обозначения, как на рис. 5.4)

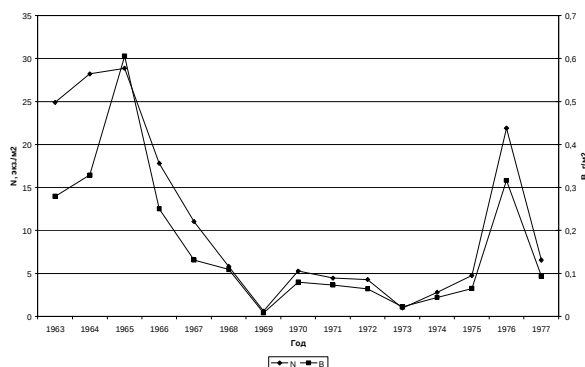


Рис. 6.9. Средние плотность поселения (N) и биомасса (B) брюхоногого моллюска *Theodoxus pallasi*.

Исследования видового состава ракушковых ракообразных Аральского моря в танатоценозах, относящихся к 1960, 1965 и 1970 гг. (Аладин, 1991), показывают, что за этот период видимых изменений в фауне этих ракообразных не произошло. Во всех этих танатоценозах присутствовали раковины *Lymanocythere inopinata* (Baird), *Cyclocypris laevis* (O.F. Müller), *Plesiocypridopsis newtoni* (Brady et Robertson), *Amnicythere cymbula* (Livental), *Tyrrhenocythere amnicola donetziensis* (Dubowsky), *Galolimnocythere aralensis* Schornikov, *Cyprideis torosa amphiosmotica* (Jones). Остальные виды ракушковых ракообразных, известные для фауны Арала, хотя и не были найдены в танатоценозах (по-видимому, из-за своей относительной малочисленности), также сохранялись, т.к. в эти годы их фауна изучалась Е.А. Шорниковым (1974), и все они были им встречены в море.

Незначительный рост солености никак не отразился на планктонной фауне Арала за исключением того, что гиперосмотик II порядка, пресноводный ветвистоусый рачок *Ceriodaphnia reticulata*, с 1970 г. больше не встречался в планктонных пробах.

6.2. Первый кризис

В 1970-х гг. скорости осолонения Аральского моря и падения его уровня возросли (рис. 6.10). С 1974 г. сток Амударьи и Сырдарьи резко сокращается, увеличивая дефицит водного баланса, и регрессия ускоряется. Если до 1971 г. изменения, происходившие в фауне свободноживущих беспозвоночных моря, были, в первую очередь, следствием планового и попутного вселения новых видов беспозвоночных и рыб, то теперь основным

фактором, воздействующим на фауну Арала, становится неуклонный рост солености его вод.

Фауна свободноживущих беспозвоночных Арала проходит через первый кризисный период, ставший следствием осолонения до верхней границы первой барьерной солености 12–13‰ и последующим переходом солености через нее (рис. 6.10) (Плотников и др., 1991), который пришелся на 1971–1976 гг. После этого Аральское море перестало быть солоноватоводным водоемом, и преобладающей в нем становится переходная солоноватоводная-морская соленостная зона. Превысившая 13‰ соленость становится препятствием для дальнейшего существования пресноводных видов пресноводного происхождения.

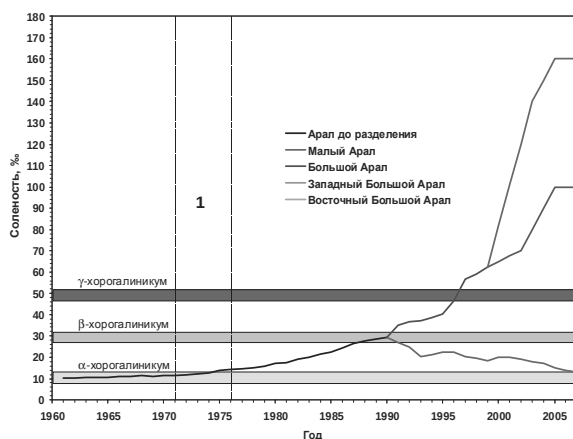


Рис. 6.10. Рост солености Аральского моря и 1-й кризисный период.

В этот первый кризисный период произошли первые существенные изменения в составе фауны свободноживущих беспозвоночных Арала, выразившиеся в быстром выпадении гиперосмотиков I и II порядков – гидробионтов пресноводного происхождения. Исчезла пресноводная (самая богатая видами) составляющая этой фауны, до кризиса широко представленная в солоноватоводной открытой части моря.

Из зоопланктона первыми исчезли виды, которые выносились сюда реками, и обитатели полностью опресненных участков моря. За ними последовали виды, развивавшиеся и при небольшом осолонении. Последними стали исчезать виды, обитавшие в Арале при его нормальной солености (Андреев, 1989). К концу первого кризисного периода из 21 вида коловраток, прежде населявших открытые районы Арала, осталось только 8. Среди них массовое развитие по всему морю наблюдалось лишь у *Synchaeta vorax*, *S. cecilia* Rousselet и *S. gyryna* Hood. Распространение других видов коловраток было или локальным, или они везде были немногочисленными. Из их числа более или менее часто встречались только *Brachionus plicatilis* Müller, *B. caliciflorus* и *Notholca squamula* (Андреев, 1983, 1989).

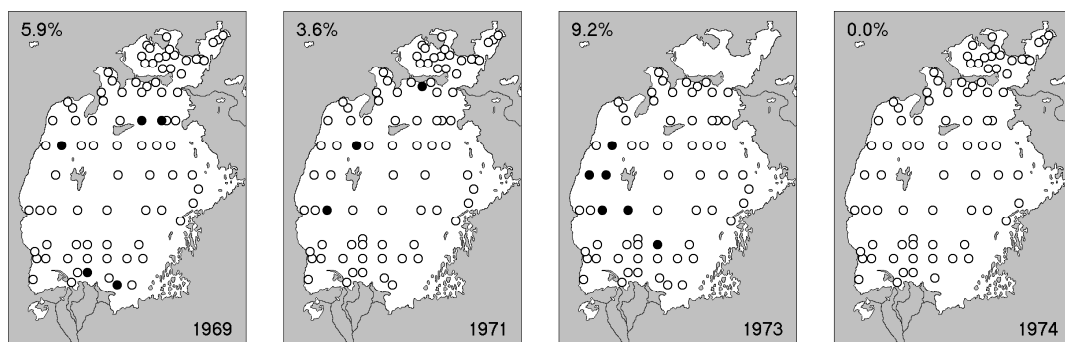


Рис. 6.11. Распространение пресноводных Cladocera. (Обозначения, как на рис. 5.4)

В 1-й кризисный период полностью исчезают пресноводные ветвистоусые ракообразные (рис. 6.11) – гиперосмотики II порядка, еще в начале 1960-х гг. очень сильно сократившие свою численность в результате вселения рыб-планктофагов в конце 1950-х гг. Если *Ceriodaphnia reticulata* выпала из фауны Арала еще к концу предыдущего периода, то *Coronatella rectangulara* – к 1974 г. В результате с 1975 г. из населявших открытую часть моря 7 видов *Cladocera* встречались только представители понто-каспийской фауны – гипоосмотики *Evadne anonyx*, *Podonevadne camptonyx*, *P. angusta* из семейства Podonidae и гиперосмотик II порядка *Cercopagis pengoi aralensis*.

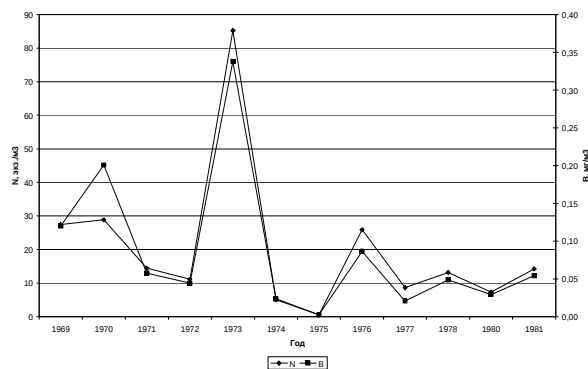


Рис. 6.12. Средние численность (N) и биомасса (B) Harpacticoida.

Сокращение численности веслоногих ракообразных из Cyclopoida вследствие роста солености и их выпадение из фауны Арала начались в 1973 г. В результате из 22 видов Copepoda первый кризисный период пережили только 16 видов. Самым многочисленным видом циклопов, вместо исчезнувшего гиперосмотика I порядка пресноводного *Mesocyclops leuckarti*, становится эвригалинный конфогиперосмотик I порядка *Halicyclops rotundipes aralensis*. Тогда же началось снижение общей численности и Harpacticoida (рис. 6.12). Среди них к 1976 г. исчезают, как наименее резистентные к повысившейся солености, гиперосмотики I порядка – *Cletocamptus retrogressus* и *C. confluens*, но остальные более эвригалинные виды гарпактицид первый кризисный период пережили (Андреев, 1989).

Дальнейший рост солености в первый кризисный период по-разному повлиял на обитавшие в Аральском море виды и подвиды двустворчатых моллюсков рода *Dreissena*. С одной стороны, он был неблагоприятным уже не только для *Dreissena polymorpha aralensis*, но становится таковым и для *D. p. obtusicarinata*, и численность этого вида тоже снижается. Оба они выпадают из фауны в 1978–1979 гг. С другой стороны, благодаря угнетению и последующему исчезновению этих двух видов, создались условия для повышения численности более галофильной *D. caspia pallasii*, выдерживающей соленость до 17–20‰ (Деньгина, 1959а; Андреева, 1989). В результате этого, а также из-за снижения численности других двустворчатых моллюсков, в 1974–1976 гг. наблюдалась некоторая стабилизация общего ареала и даже рост суммарной численности дрейссен (рис. 6.3, 6.4).

Численность обитавших в море двустворчатых моллюсков рода *Hypanis*, уже уменьшившаяся в 1960-е гг., продолжила свое снижение под влиянием увеличивающейся солености (Андреева, Андреев 1987; Андреева, 1989), сокращался и их ареал (рис. 6.5, 6.6). Все 3 подвида этих моллюсков – *Hypanis vitrea bergi* Starobogatov, *H. minima minima* (Ostroumoff) и *H. m. sidorovi* Starobogatov – окончательно выпали из фауны Арала в 1978–1979 гг. (Андреев, Андреева, 1981; Андреева, 1989).

Продолжавшийся рост солености Аральского моря способствовал дальнейшему сокращению ареала и снижению численности двустворчатого моллюска *Cerastoderma rhomboides rhomboides*, начавшимся в 1960-е гг., и, наоборот, был благоприятным для *C. isthmicum*. С 1971 г., благодаря продолжающемуся росту солености, эвригалинный моллюск *C. isthmicum* начинает активно расселяться (рис. 6.7, 6.13) из осолоненных

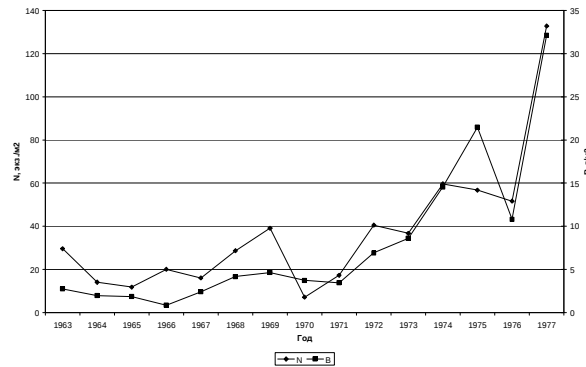


Рис. 6.13. Средние плотность поселения (N) и биомасса (B) двустворчатых моллюсков *Cerastoderma* spp.

районов на востоке Арала по всей акватории моря, быстро увеличивая свою численность. С 1978 г., когда соленость достигла 15‰ (рис. 6.10), *C. r. rhomboides* в Арале уже не встречается, а *C. isthmicum* не только занимает ее место, но даже становится видом более многочисленным (рис. 6.13), чем его предшественник (Андреева, Андреев, 1987; Андреева, 1989).

Повышение солености выше 12–14‰ также благоприятствовало (как и снижение численности моллюсков *Hypanis* spp.) недавно вселенному эвригалинному двустворчатому моллюску *Syndosmya segmentum*, расселение которого по всему морю в основном завершилось к 1976 г. Рост солености благоприятствовал конфоигиперосмотикам I порядка галофильным моллюскам *Caspiohydrobia* spp., и их численность увеличивалась (Андреева, 1989).

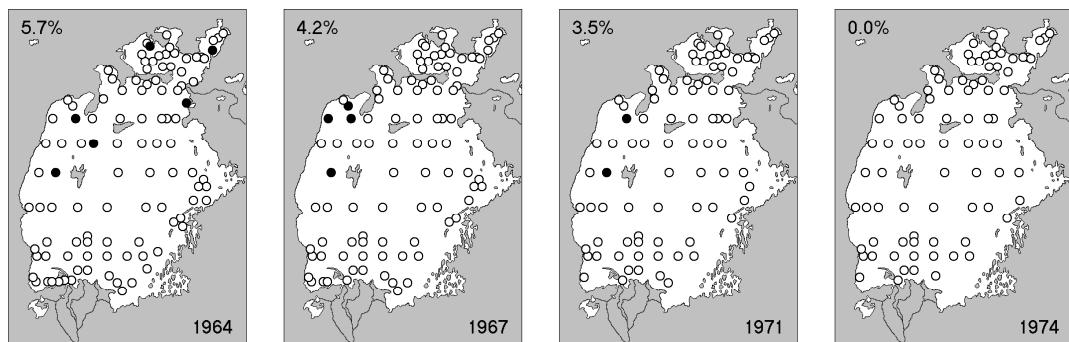


Рис. 6.14. Распространение Oligochaeta. (Обозначения, как на рис. 5.4)

С 1973 г., когда соленость Аральского моря достигла 12‰, в пробах перестали встречаться Oligochaeta (рис. 6.14), которые здесь никогда не были многочисленными. Нельзя исключить, что, выпадению Oligochaeta из фауны моря способствовал вселенец – полихета *Hediste diversicolor*. Большинство видов личинок Chironomidae к 1974 г. уже исчезли из основной акватории (рис. 6.1, 6.2), и только в осолоненных заливах восточного побережья сохранялись *Chironomus salinarius* (Kieffer) и *Ch. halophilus* Kieffer (Андреева, 1989). Эти галофильные хирономиды там выдерживали соленость свыше 36‰ (Деньгина, 1959а). К концу первого кризисного периода все мизиды выпали из фауны моря (Андреев, Андреева, 1981), но сохранились в реках Амударье и Сырдарье и их дельтах (Филиппов и др., 1993).

К 1980 г. ведущими формами макрозообентоса становятся следующие: из числа аборигенных видов моллюски – эвригалинный средиземноморско-атлантический *Cerastoderma isthmicum* и представители галофильной фауны континентальных водоемов *Caspiohydrobia* spp., а среди вселенцев – эвригалинные средиземноморско-атлантические

виды – многощетинковый червь *Hediste diversicolor* и моллюск *Syndosmya segmentum* (Проскурина, 1979; Андреева, 1983, 1989; Андреев, Андреева, 1987).

Исследование видового состава остракод в танатоценозах, относящихся к 1975 г., (Аладин, 1991) показало, что в фауне этих ракообразных в первый кризисный период произошли первые изменения. Больше не встречались раковины *Limnocythere inopinata* – конфогиперосмотик II порядка, *Cyclocypris laevis* и *Plesiocypridopsis newtoni* – гиперосмотики II порядка. Другие остракоды были крайне малочисленны, и только створки раковин амфиосмотика IV порядка *Cyprideis torosa* встречались с прежней частотой.

В результате этого кризиса существенно сократилось видовое разнообразие фауны свободноживущих беспозвоночных Аральского моря. Исчезли виды пресноводного происхождения, способные исключительно к гиперосмотической осморегуляции, – гиперосмотики I порядка и часть гиперосмотиков II порядка. С их исчезновением получили преимущество, способные к гипоосмотической осморегуляции, амфиосмотики и гипоосмотики – каспийские и морские эвригалинные (средиземноморско-атлантические) и галофильные виды континентальных вод, а также широко эвригалинные осмоконформеры.

Несмотря на продолжавшийся рост солености, первый кризисный период сменился периодом относительной стабилизации. Необходимо отметить, что эта стабилизация не означала абсолютной неизменности фауны Арала, так в этот период все же произошли некоторые изменения ее видового состава.

В этот период исчезает последний сохранившийся и наиболее солеустойчивый вид дрейссен – *Dreissena caspia pallasii*.

Наиболее чувствительным к дальнейшему осолонению оказался, хотя и переживший кризисный период, но сокративший свою численность и ставший теперь редким видом, ветвистоусый рачок *Cercopagis pengoi aralensis* (рис. 6.15, 6.16). С 1981 г. он в Арале больше не встречался (Балымбетов, 1972).

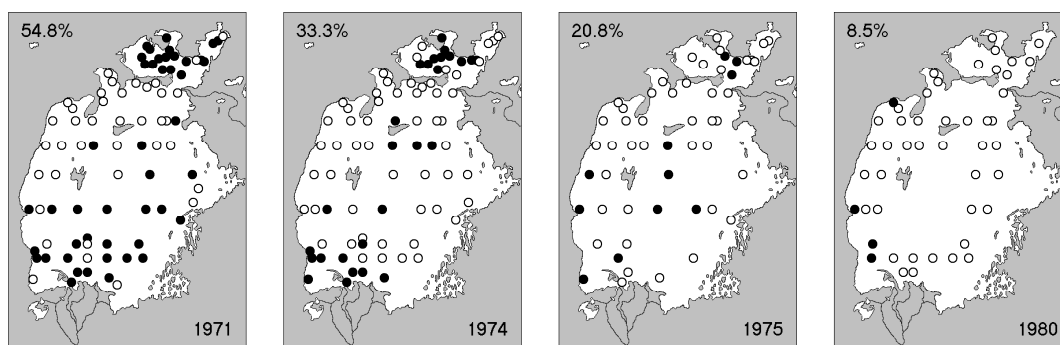


Рис. 6.15. Распространение *Cercopagis pengoi aralensis*. (Обозначения, как на рис. 5.4)

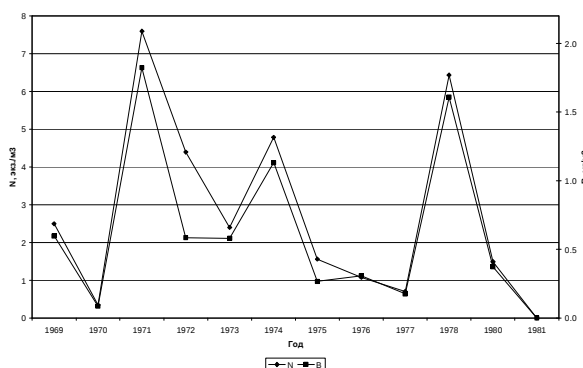


Рис.6.16. Средние численность (N) и биомасса (B) *Cercopagis pengoi aralensis*.

В 1981 г. в Аральском море впервые был обнаружен ветвистоусый рачок *Podonevadne trigona*. Так и осталось неизвестным, действительно ли является он элементом аборигенной фауны, прежде не попадавшим из-за своей чрезвычайной малочисленности в поле зрения исследователей, пока в изменившихся условиях его численность не увеличилась, или же его попутно занесли из Понто-Каспия при вселении рыб или беспозвоночных (Аладин, Андреев, 1981, 1984; Андреев, 1989).

После первого кризиса наиболее многочисленным видом среди Cladocera является *P. camptonyx*, реже и в меньшем количестве встречается *Evadne anonyx*. Из представителей Copepoda самым многочисленным видом с 1971 г. становится недавний вселенец, конфогиперосмотик I порядка *Calanipeda aquaedulcis*, занявший место вытесненного им *Arctodiaptomus salinus*. Эвригалинный циклоп *Halicyclops rotundipes aralensis*, хотя и встречался по всему морю, но везде его численность была невысокой. Иногда в зоопланктоне отмечался гиперосмотик II порядка *Diacyclops bisetosus* (Rehberg).

6.3. Второй кризис

К 1987 г. соленость Аральского моря выросла до 27‰ (рис. 6.17). Для его вод эта соленость соответствует нижней границе второй барьерной солености (27–32‰) (Plotnikov, Aladin, 2011). Перейдя ее, фауна свободноживущих беспозвоночных этого водоема вступила во второй кризисный период (Плотников и др., 1991), во время которого произошло очередное быстрое сокращение ее видового разнообразия. Преобладающей становится основная морская соленостная зона.

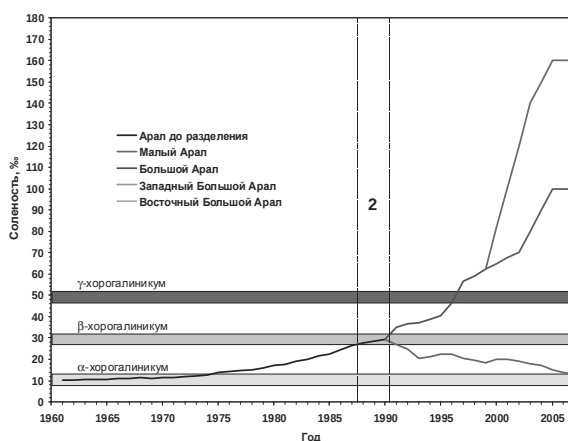


Рис. 6.17. Рост солености Аральского моря и 2-й кризисный период.

В этот кризисный период исчезли последние сохранявшиеся в Арале понто-каспийские виды, к этому времени представленные в его фауне свободноживущих беспозвоночных только ветвистоусыми рачками из семейства Podonidae. Уже в 1988 г., когда соленость достигла 28‰, исчезает *Evadne anonyx*. К 1990 г. исчезли и все виды рода *Podonevadne*.

Изучение видового состава ракушковых ракообразных в танатоценозах, относящихся к 1985 и 1990 гг. (Аладин, 1991), показало, что в фауне этих ракообразных произошли новые изменения. Больше не встречались створки раковин *Amnicythère cymbula*, *Tyrrhenocythere amnicola donetziensis* и *Galolimnocythere aralensis*.

После второго кризисного периода из числа аборигенных видов в зоопланктоне моря сохранялись только коловратки *Synchaeta* spp., *Notholca squamula*, *N. acuminata*, *Keratella quadrata*, *Brachionus plicatilis*, *B. quadridentatus* и, возможно, еще несколько редких и малочисленных видов коловраток, веслоногие ракообразные *Calanipeda aquaedulcis* и *Halicyclops rotundipes aralensis*, а также несколько видов Harpacticoida, в частности *Schizopera aralensis*, *Nitocra lacustris*, *Halectinosoma abrau*, *Cletocamptus retrogressus*, *C. confluens*.

Из аборигенных видов донной фауны этот кризис пережили только двустворчатый моллюск *Cerastoderma isthmicum*, брюхоногие моллюски *Caspihydrobia* spp. и остракода *Cyprideis torosa*, а из вселенцев сохранились только конфогиперосмотики I порядка – полихета *Hediste diversicolor*, двустворчатый моллюск *Syndosmya segmentum*, краб *Rhithropanopeus harrisii tridentata* и гипоосмотик креветка *Palaemon elegans*.

Помимо этих, учитывавшихся в сборах планктона и бентоса групп, оба кризиса пережили многие (если не все) виды нематод, в пользу чего свидетельствует их присутствие в превратившемся в гипергалинный водоем Большом Арале. Кроме них, не могли выпасть все виды фораминифер и ресничных червей. Известно, что из них сохранились фораминиферы *Birsteiniolla macrostoma*, *Discorinopsis aguayoi* (Bermúdez), *Hanzawaia trochospiralis* (Mayer), *Ammonia beccarii caspica* Stschedrina, *Elphidium shochinae* Mayer, *Mayerella brotzkajae* (Mayer) и ресничный червь *Archaphanostoma agile* (Jensen) (Филиппов и др., 1993; Stuge et al., 1998; Mokievsky, 2009; Mokievsky, Miljutina, 2011).

6.4. Вторая стабилизация

После второго кризиса еще более обедненная фауна свободноживущих беспозвоночных вступила во второй период своей относительной стабилизации.

Еще вскоре после разделения Аральского моря, но до постройки первой плотины, когда началось снижение солености Малого моря (см. рис. 2.3), только в его зоопланктоне (исключая залив Бутакова, где соленость была повышена) в 1991 г., по-видимому, из покоящихся яиц, вновь появились ветвистоусые рачки *Podonevadne camptonyx* (Плотников, 1995). В дальнейшем, на протяжении 1991–1996 гг., каких либо изменений видового состава фауны свободноживущих водных беспозвоночных Аральского моря не наблюдалось.

В зоопланктоне как Малого, так и Большого Арала самым массовым видом по-прежнему оставался веслоногий рачок *Calanipeda aquaedulcis*. Как и раньше, к нему в летний период добавлялись личинки двустворчатых моллюсков *Syndosmya segmentum* и *Cerastoderma isthmicum*. Веслоногий рачок *Halicyclops rotundipes aralensis*, хотя и встречался повсеместно, но никогда не был многочисленным.

Из числа коловраток постоянно присутствовали *Synchaeta vorax* и (в меньшем количестве) *S. cecilia*. Еще несколько видов коловраток встречались непостоянно и в очень небольшом количестве (Плотников, 1995). Это – *Brachionus plicatilis*, *B. caliciflorus*, *Keratella tropica*, а также относящиеся к числу зимних видов (Бенинг, 1935; Кутикова, 1974) *Notholca squamula* и *N. acuminata*.

Из числа Harpacticoida, держащихся в придонном слое и требующих специальных методов их сбора, которые поэтому встречались в сетном планктоне только случайно, нами были отмечены только *Halectinosoma abrau*, *Schizopera aralensis* и *Nitocra hibernica* (Плотников, 1995), но это не исключает наличия в Арале и других видов этих ракообразных.

Донная фауна Арала в этот период была представлена только полихетой *Hediste diversicolor*, двустворчатыми моллюсками *Syndosmya segmentum* (самый многочисленный вид макрозообентоса) и *Cerastoderma isthmicum*, брюхоногими моллюсками рода *Caspihydrobia*, креветкой *Palaemon elegans* и (но только в Большом море) крабом *Rhithropanopeus harrisii tridentata* (Филиппов, 1991, 1993, 1994, 1995).

Остается до конца неизвестным, сохранились ли в Аральском море мшанки, т.к. после 1960-х и до 2000-х гг. таких исследований не проводилось. В 2004 г. обнаружить мшанок в Малом Арале удалось (В.И. Гонтарь, личное сообщение). Нельзя полностью исключить, что два пресноводных вида – *Bowerbankia imbricata aralensis* Abricosov и *Plumatella fungosa* (Pallas), встречавшиеся в опресненных районах, могли сохраниться в дельте Сырдарьи. Нельзя исключить, что третий вид – *Victorella bergi* Abricosov – мог

пережить осолонение и сохраниться в Малом Арале. Эта мшанка встречалась в Арале не только при солености 10‰, но и в култуках (Деньгина, 1959а) при повышенной солености. Также нет точных сведений о том, какими видами были представлены к тому времени в фауне Арала ресничные черви и нематоды.

В 1999 г. в бентосе Малого моря вновь были найдены личинки Chironomidae (Aladin et al., 2000a), не встречавшиеся с 1974 г.

После второго кризисного периода ставшая еще более бедной видами фауна моря вступила во второй период своей относительной стабилизации. В ней сохраняются осмоконформеры III порядка, конфогиперосмотики I и II порядков, амфиосмотики IV порядка и гипоосмотики.

6.5. Снижение солености Малого Арала

После разделения Аральского моря и последующей постройки Кокаральской плотины Малый Арал имеет положительный водный баланс, и его соленость уменьшается. Преобладающими становятся сперва переходная солоноватоводная-морская, затем основная солоноватоводная и, наконец, переходная пресноводная-солоноватоводная соленостные зоны.

Значительное снижение средней солености и образование обширной сильно опресненной зоны сделало возможным обратное вселение многих видов беспозвоночных, выпавших из фауны при осолонении моря. Это – формы, обитающие в Сырдарье и в существующих в ее низовьях озерах, или же виды, имеющие латентные яйца, сохраняющие свою жизнеспособность на протяжении длительного времени.

К настоящему времени (Отчет ..., 2013; Toman et al., 2015) в Малом Арале вновь появились такие пресноводные виды коловраток, как *Filinia longiseta*, *Asplanchna priodonta* Gosse, *Brachionus calyciflorus*. Биоразнообразие планктонных ракообразных также возросло. Произошла естественная реинтродукция ветвистоусых ракообразных – *Bosmina longirostris*, *Chydorus sphaericus*, *Diaphanosoma brachyurum*, *Ceriodaphnia reticulata*, *Podonevadne angusta*, *Evadne anonyx*; веслоногих ракообразных – *Phyllodiaptomus blanci*, *Cyclops vicinus*, *Mesocyclops leuckarti*, *Megacyclops viridis*. Из низовий Сырдарьи вернулись и распространились по Малому морю мизиды; известно о находке *Paramysis intermedia* в заливе Шевченко. Идет реинтродукция двустворчатого моллюска *Dreissena polymorpha aralensis* в сильно опресненную приустьевую зону моря. Самым значительным стало увеличение видового разнообразия личинок хирономид, вновь появившихся в Малом Арале (Aladin et al., 2000a) к концу 1990-х гг. Они теперь представлены как минимум 8 формами: *Chironomus behningi* Goetghebuer, *Ch. plumosus* (Linnaeus), *Chironomus* sp., *Glyptotendipes gripecoveni* Kieffer, *Cryptochironomus* sp., *Cladotanytarsus* sp., *Tanytus vilipennis* (Kieffer), *Tanytarsus* sp. (Отчет ..., 2013; Toman et al., 2015). По-видимому, этот перечень не является исчерпывающим, так как ряд видов из-за своей малочисленности мог остаться незарегистрированным.

Нужно отметить, что в настоящее время не отмечен (Отчет ..., 2013; Toman et al., 2015) веслоногий рачок *Halicyclops rotundipes aralensis*. Раньше этот морской вид, даже когда соленость достигала максимальных значений, никогда не был многочисленным. К настоящему времени из-за значительного снижения солености он стал или крайне малочисленным, или даже мог выпасть из фауны Малого Арала.

6.6. Третий кризис

После отделения Большого Аральского моря рост его солености не только продолжился, но и ускорился (см. рис. 2.3), и к концу 1990-х гг. Оно превратилось в гипергалинный водоем. В ходе этой трансформации фауна свободноживущих беспозвоночных этой обособившейся части моря во второй половине 1990-х гг. вступила в

очередной кризисный период (рис. 6.18), связанный с переходом солености его вод через следующую барьерную соленость (γ -хорогалиникум) 47–52‰. Большой Арал занимает переходная морская-гипергалинная соленостная зона, а затем и основная гипергалинная соленостная зона.

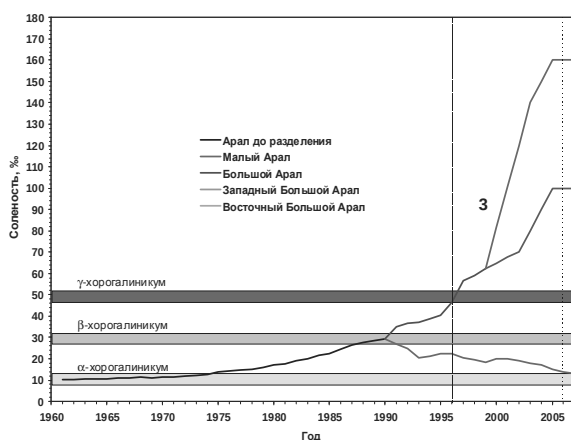


Рис. 6.18. Рост солености Аральского моря и 3-й кризисный период.

Следствием этого кризиса стало дальнейшее сокращение и так уже уменьшившегося видового разнообразия фауны свободноживущих беспозвоночных Большого Аральского моря в результате выпадения большинства видов, переживших предыдущие кризисы. Также произошла и смена доминирующих видов. Исчезают неспособные к активной осморегуляции широко эвригалинные гидробионты морского происхождения – осмоконформеры III порядка, из числа осморегуляторов начали выпадать из фауны Арала конфогиперосмотики I порядка, амфиосмотики и гипеоосмотики. Уже к концу 1990-х гг. фауна Большого Арала становится такой, какая свойственна гипергалинным водоемам.

К 1998 г. исчезли доминировавшие в зоопланктоне представители морской фауны – рачок *Calanipeda aquaedulcis* (конфогиперосмотик I порядка) и коловратки рода *Synchaeta*. Большинство малочисленных видов коловраток к этому времени также выпало из фауны. Перестал встречаться последний сохранявшийся в Большом Арале циклоп *Halicyclops rotundipes aralensis* (конфогиперосмотик I порядка). Исчезают пережившие первые два кризисных периода морские виды гарпактицид, и из этой группы веслоногих ракообразных остаются только наиболее галотолерантные виды. Они относятся к аборигенной фауне и могут существовать при солености выше 100‰. Во всяком случае, точно известно, что из трех таких видов сохранился *Cletocamptus retrogressus*, тогда как сведений о нахождении двух остальных видов – *C. confluens* и *Nitocra lacustris* – нет (Mirabdullayev et al., 2004; Mokievsky, Miljutina, 2011).

Две в прошлом малочисленные аборигенные коловратки – *Hexarthra fennica* и *Brachionus plicatilis* – становятся к началу 2000-х гг. сравнительно многочисленными видами в зоопланктоне Большого моря (Аладин, Плотников, 2008), однако в дальнейшем они больше уже не встречаются (Завьялов и др., 2012).

К 2001 г. существенно изменяется и состав донной фауны Большого Арала. Исчезают полихета *Hediste diversicolor* (конфогиперосмотик I порядка) – один из доминантов макрозообентоса – и двустворчатый моллюск *Cerastoderma isthmicum* (осмоконформер III порядка). Другой доминировавший в макрозообентосе вид – двустворчатый моллюск *Syndosmya segmentum* (конфогиперосмотик I порядка) в 2002–2003 г. пока еще сохранялся в фауне Западного Большого моря, но со следующего (2004 г.) он больше не встречается (Mirabdullayev et al., 2004; Курбаниязов и др., 2009; Mokievsky, Miljutina, 2011; Завьялов и др., 2006, 2012). Нам тоже не удалось обнаружить в 2004 г. этих моллюсков живыми – были найдены только их пустые раковины.

В 2000-х гг. в Большом Арале уже не встречались брюхоногие моллюски рода *Caspihydrobia* (гиперосмотики III порядка / вторичные конфогиперосмотики II порядка) (Mirabdullayev et al., 2004; Курбаниязов и др., 2009; Завьялов и др., 2006, 2012). Следовательно, они выпали из фауны во 2-й половине 1990-х гг. К сожалению, когда именно это произошло, остается неизвестным. Еще до 2002 г. исчез ракушковый рачок *Cyprinotus salinus* (Brady) (конфогиперосмотик II порядка), бывший не аборигеном, а проникшим в Арал в 1980-е гг. вселенцем. Другой ракушковый рачок – *Cyprideis torosa* (амфиосмотик IV порядка), один из наиболее эвригалинных видов в фауне Арала – в 2005 г. все еще присутствовал (Завьялов и др., 2006) в западном Большом море.

При превращении Большого Аральского моря в гипергалинный водоем происходило не только выпадение отдельных видов, но и вселение естественным путем, без участия человека, в первую очередь за счет заноса их покоящихся стадий, ряда отсутствовавших до этого видов свободноживущих беспозвоночных, характерных для фауны гипергалинных водоемов и обитающих в соленых водоемах Приаралья.

В 1996 г. вновь появился ветвистоусый рачок *Moina salina* (амфиосмотик IV порядка), исчезнувший в 1973 г. Однако дальнейшее осолонение Большого моря привело к исчезновению этого рачка, и в 2002 г. он там уже больше не встречался (Mirabdullayev et al., 2004; Аладин, Плотников, 2008).

В начале 2000-х гг. в западном Большом Арале были обнаружены вселившиеся в него галофильные виды Protozoa. В донной фауне появилась крупная инфузория *Frontonia marina* Fabre-Domergue, а в планктоне – инфузория *Fabrea salina* Henneguy (Аладин, Плотников, 2008).

В западном Большом Арале появляется в 2004 г., вселившись естественным путем, галофильная копепода *Apocyclops dengizicus* (Lepeschkin) (Mirabdullayev et al., 2004, 2007). Другой вселенец – широко эвригалинный галофил ракушковый рачок *Eucypris mareotica* (Fischer) (амфиосмотик IV порядка), судя по нахождению его панцирей в танатоценозах, вселился не позже 2005 г. (Аладин, Плотников, 2008).

В донной фауне западного Большого Арала появились многочисленные личинки галофильной хирономиды *Baeotendipes noctivaga* (Kieffer). Впервые они были там обнаружены в 2002 г. и затем стали доминирующим в зообентосе видом (Завьялов и др., 2006, 2012; Mokievsky, Miljutina, 2011).

В 2009 г. в планктоне западного Большого Арала были найдены ранее не отмечавшиеся в Арале 2 вида инфузорий – *Monilicaryon* sp. (встречался редко) и *Tintinnopsis* sp. (Завьялов и др., 2012).

С превращением Большого Аральского моря в гипергалинный водоем создались все условия для успешного вселения естественным путем галобионта – жаброногого рачка *Artemia* (гипоосмотик), представленного здесь исключительно партеногенетическими популяциями (клонами), традиционно объединяемыми под одним общим названием – *A. parthenogenetica*.

В прошлом артемия иногда локально встречалась в Арале, только в его наиболее осолоненных районах с гипергалинными условиями. Это были култуки на востоке Большого моря (Хусаинова, 1958), а также отделившиеся от моря мелководные заливы, сильно осолонившиеся и превратившиеся в гипергалинные водоемы, например, залив Тастубек Малого моря (Аладин, Филиппов, 1993).

Артемия появилась в Большом море, когда соленость воды в его открытой части достигла величины около 58‰. Там этот рачок был впервые обнаружен в 1998 г. (Жолдасова и др., 1999, 2000; Мусаев и др., 2012).

Вселение артемии произошло в результате заноса цист (латентных яиц) этого рачка, по-видимому, путем эолового переноса их из других гипергалинных водоемов, существующих в Приаралье (Аладин, Плотников и др., 2004). Несомненно, что занос цист артемии в Арал всегда имел место и раньше, но тогда еще не было необходимых условий для образования устойчивой популяции этого рачка. Соленость воды могла быть еще

слишком низкой для развития артемии, но и при достаточной солености препятствием было наличие конкурентов – веслоногих рачков фитодетритофагов. Первоначально это был *Arctodiaptomus salinus*, а затем занявший его место вселенец *Calanipeda aquaedulcis*. Помимо этого, не последнюю роль играло и наличие в море рыб – потребителей зоопланктона, которые быстро и полностью выедали появлявшуюся артемию (Мусаев и др., 2012).

Необходимые для успешного вселения *Artemia* условия возникли только тогда, когда с осолонением Большого Арала из его фауны выпал доминировавший в зоопланктоне ее конкурент *C. aquaedulcis*. Численность вселившейся артемии росла, чему способствовал неблагоприятный для его ихтиофауны рост солености. Численность последних все еще сохранявшихся там уже немногочисленных рыб – попутно вселенной атерины *Atherina boyeri caspia* и акклиматизированной в 1979–1987 гг. (Ermakhanov et al., 2012) камбалы-глоссы *Platichthys flesus luscus* (Linnaeus) – сокращалась, и окончательно они исчезли к 2006 г. (Мусаев и др., 2012). В результате всего за несколько лет *Artemia* стала к началу 2000-х гг. доминирующей формой свободноживущих планктонных беспозвоночных (Мирабдуллаев и др., 2008; Marden et al., 2012) в фауне гипергалинных остаточных водоемов Большого Аральского моря.

В Западном Большом Арале сохранились фораминиферы. Пока известно о находке только одного их вида – *Birsteiniolla macrostoma*. Там также представлены и ресничные черви, (Mokievsky, 2009; Mokievsky, Miljutina, 2011) из которых идентифицирован оказавшийся широко эвригалинным аборигенный *Archaphanostoma agile* (Jensen) (нельзя заранее исключать, что могли сохраниться и некоторые другие их виды) (Аладин, Плотников, 2008).

В Западном Большом Арале по-прежнему обитают нематоды. В 2003 г. там было обнаружено 12 их видов (Mokievsky, Miljutina, 2011): *Enoplolaimus* sp., *Chromadorina* sp., *Dichromadora* sp., *Hypodontolaimus* sp., *Ethmolaimus multipapillatus* Paramonov, *Microilaimus* sp., 2 вида из рода *Monhystera* Bastian – *Monhystera* sp. 2 и *Monhystera* sp. 3, *Thalassomonhystera parva* (Bastian), 2 вида из рода *Sphaerolaimus* Bastian – *Sphaerolaimus* sp. 1 и *Sphaerolaimus* sp. 2, *Alaimella* sp. Из них наиболее многочисленными были *T. parva*, *Monhystera* spp., *E. multipapillatus* и *Sphaerolaimus* spp.

Необходимо отметить, что этот список включает виды нематод, не указывавшиеся для аборигенной фауны Арала; в нем нет уже известных для нее видов, и они, по-видимому, действительно выпали из фауны Большого моря. При этом по причине крайне слабой изученности фауны нематод, существовавшей в Арале до начала его осолонения, невозможно с определенностью сказать, являются ли нематоды из данного списка аборигенами, или же они вселились при осолонении моря.

В отличие от глубоководного Западного Большого Аральского моря, мелководный Восточный Большой Арал осолонился сильнее и в отдельные годы даже почти полностью высыхал. Его фауна свободноживущих беспозвоночных, по-видимому, представлена только жаброногими рачками *Artemia* (Аладин, Плотников, 2008), а каких-либо сведений по донной фауне этой части моря нет.

6.7. Виды, самостоятельно вселившиеся в Арал при его осолонении

Тип CILIOPHORA
Класс Spirotrichea
Отряд Tintinnida
Семейство CODONELLIDAE

***Tintinnopsis cylindrica* Daday, 1887**

В «Атласе беспозвоночных Аральского моря» (1974) этот вид инфузорий не упоминается. По мнению А.О. Смурова (1995) указание К. Остенфельда (Ostenfeld, 1908)

на наличие этого вида инфузорий в Аральском море в начале XX века следует считать ошибочным, так как он вселился при осолонении моря предположительно только в конце 1970-х – начале 1980-х гг.

Распространение – морской вид (<http://www.marinespecies.org>). Образ жизни – в планктоне; обитает в хитиноидном домике (раковинке), покрытом мелкими частицами песка или детрита.

Соленостный толерантный диапазон этого вида неизвестен. Осморегуляторные способности – осморегуляция на уровне клетки.

В 1990-х гг. этот вид встречался по всему Малому Аралу, исключая его сильно опресненный район у устья Сырдарьи (Смуров, 1995). Сведений о его наличии в настоящее время в солоноватоводной основной акватории Малого моря нет, но, возможно, он представлен в фауне сохраняющего более высокую соленость зал. Бутакова. В гипергалинном Большом Арале этот вид отсутствует.

***Tintinnopsis* sp.**

Найден в Большом Арале в 2009 г. (Завьялов и др., 2012).

Класс Litostomatidae
Отряд Haplorida
Семейство TRACHELIIDAE

***Monilicaryon* sp.**

Ранее в Аральском море не отмечался. Найден в Большом Арале в 2009 г. (Завьялов и др., 2012).

Класс Heterotrichea
Отряд Heterotrichida
Семейство CLIMACOSTOMIDAE

***Fabrea salina* Henneguy, 1890**

Распространение – широко распространенный морской вид, галобионт (<http://www.marinespecies.org>). Образ жизни – в планктоне.

Соленостный толерантный диапазон этого вида – 30–228‰ (Хлебович, Селеннова, 1999). Осморегуляторные способности – осморегуляция на уровне клетки.

В Арале этот вид инфузорий обитает только в превратившемся к настоящему времени в гипергалинный водоем Большом море, куда он естественным образом вселился в конце 1990-х гг. (Аладин, Плотников, 2008; Завьялов и др., 2012; Плотников, 2013).

Класс Oligohymenophorea
Отряд Peniculida
Семейство FRONTONIIDAE

***Frontonia marina* Fabre-Domergue, 1891**

Распространение – морской (<http://www.marinespecies.org>) галотолерантный вид. Образ жизни – донный, в интерстициали.

Соленостный толерантный диапазон этого вида – от 5 до 180‰ (Hammer, 1986). Осморегуляторные способности – осморегуляция на уровне клетки.

В Аральском море эта инфузория встречается только в гипергалинном Большом море, куда она вселилась в конце 1990-х гг. (Аладин, Плотников, 2008; Плотников, 2013).

Тип ARTHROPODA
Подтип Crustacea
Класс Branchiopoda
Подкласс Sarsostraca
Отряд Anostraca
Семейство ARTEMIIDAE

Род *Artemia* Leach, 1819

Всё множество различных линий (клонов, популяций) рачков, которые, в отличие от остальных представителей этого рода, не имеют самцов и размножаются исключительно партеногенетически, по традиции объединяют под одним общим названием *Artemia parthenogenetica* Bowen et Sterling, 1978, тогда как правильнее использовать название «партеногенетические популяции *Artemia*» (Asem et al., 2010). В Аральском море жаброногие рачки *Artemia* представлены только несколькими партеногенетическими популяциями.

Распространение – соленые континентальные водоемы Евразии, Африки и Австралии. Галобионт. В Аральском море эти рачки в прошлом были отмечены только в наиболее сильно осолоненном районе – в култуках восточного побережья Большого Арала при солености выше 52‰ (Хусаинова, 1958). Образ жизни – в планктоне, питаются планктонными микроводорослями. В благоприятных условиях самки могут производить яйца, из которых почти сразу вылупляются науплиусы. При неблагоприятных условиях самки производят яйца с плотной оболочкой (цисты), которые могут оставаться в покое длительное время, сохраняя жизнеспособность даже в сухих бескислородных условиях и при отрицательных температурах (Аладин, Филиппов, 1993).

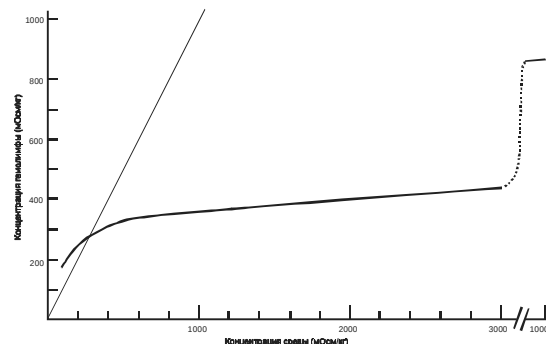


Рис. 6.19. Кривая осморегуляции *Artemia* (по: Croghan, 1958b).

Соленостный толерантный диапазон – от пресной воды до 350–360‰ (Croghan, 1958a; Ануфриева, 2014). Осморегуляторные способности – осморегулятор, гипоосмотик (Croghan, 1958b) (рис. 6.19).

В результате заноса покоящихся яиц из других соленых водоемов партеногенетические *Artemia* вселились в гипергалинный Большой (Южный) Арал (впервые обнаружена в 1998 г.) и стала самым массовым видом в его зоопланктоне (Жолдасова и др., 1999; Mirabdullaev et al., 2004, 2007; Аладин, Плотников, 2008; Плотников, 2013; Отчет ..., 2013; Toman et al., 2015).

Класс Maxillopoda
Подкласс Copepoda
Отряд Cyclopoida
Семейство CYCLOPIDAE

***Apocyclops dengizicus* (Lepeshkin, 1900)**

Распространение – соленые континентальные водоемы. Образ жизни – в планктоне.

Соленостный толерантный диапазон – о нижней границе нет данных, верхний предел 130‰ (Крупа, 2010; Carrasco, Perisinotto, 2012). Осморегуляторные способности – осморегулятор, конфогиперосмотик.

В начале 2000-х гг. этот рачок естественным образом вселился в Большой Арал, а в фауне Малого моря он не представлен (Mirabdullayev et al. 2004, 2007; Аладин, Плотников, 2008; Плотников, 2013; Отчет ..., 2013; Toman et al., 2015).

Класс Ostracoda
Отряд Podocopida
Семейство CYPRIDIDAE

***Cyprinotus salinus* (Brady, 1868)**

Синонимы: *Cypris salina* Brady, 1868.

В «Атласе беспозвоночных Аральского моря» (1974) этот вид не указан. В Аральском море впервые был найден Н.В. Аладиным (зал. Большой Сырычеганак Малого моря) в 1995 г. (Orlova et al., 1996; Аладин и др., 2004). По-видимому, этот вид исходно здесь отсутствовал и появился в результате аутоинтродукции.

Распространение – широко распространенный морской эвригалинный вид. Образ жизни – донный, всеядный детритофаг.

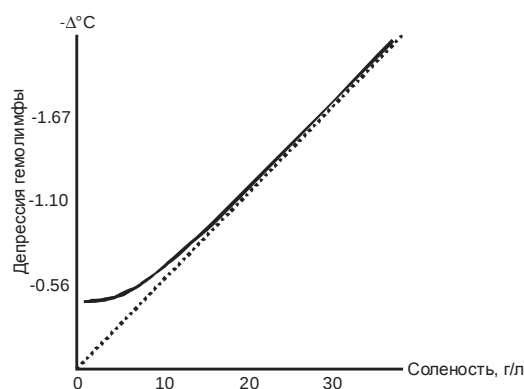


Рис. 6.20. Предполагаемая кривая осморегуляции *Cyprinotus salinus*.

Соленостный толерантный диапазон – от пресной воды до >60‰. Осморегуляторные способности – осморегулятор, конфогиперосмотик II порядка (рис. 6.20).

В настоящее время этот вид должен встречаться в Малом Арале; в Большом Арале он, по-видимому, отсутствует.

***Eucypris mareotica* (Fischer, 1855)**

Синоним: *Eucypris inflata* (G.O. Sars, 1903).

В «Атласе беспозвоночных Аральского моря» (1974) этот вид не указан. В Аральском море впервые был найден Н.В. Аладиным (залив Большой Сырычеганак Малого моря) в 1995 г. (Orlova et al., 1996; Аладин и др., 2004). По-видимому, этот вид исходно здесь отсутствовал и появился в результате аутоинтродукции. В Большом Арале этот рачок был обнаружен в танатоценозах как массовый вид в 2005 г. (Аладин, Плотников, 2008).

Распространение – широко распространенный морской эвригалинный вид. Образ жизни – донный, всеядный детритофаг.

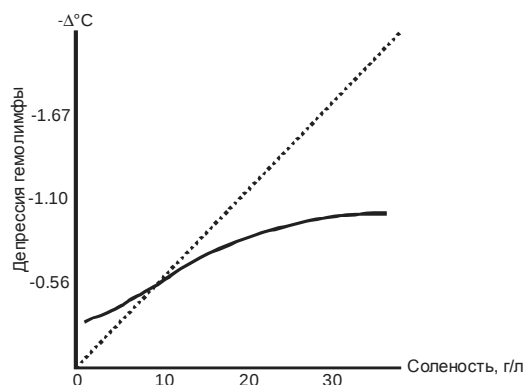


Рис. 6.21. Предполагаемая кривая осморегуляции *Eucypris mareotica*.

Соленостный толерантный диапазон – от 1.6‰ до 110‰ (Шорников, 1969) или даже до 300‰ (Шадрин, 2012; Ануфриева, 2014). Осморегуляторные способности – осморегулятор, амфиосмотик IV порядка (Аладин, 1996) (рис. 6.21). Хотя сведений о наличии в настоящее время этого вида в Малом Арале нет, но он вполне может быть представлен в его фауне.

Подтип Hexapoda
Класс Insecta
Отряд Diptera
Семейство CHIRONOMIDAE

***Chironomus plumosus* (Linnaeus, 1758)**

В «Атласе беспозвоночных Аральского моря» (1974) этот вид не указан. К настоящему времени (Отчет ..., 2013) личинки этого вида хирономид появились в Малом Арале, снизившем свою соленость.

***Baeotendipes noctivaga* (Kieffer, 1911)**

Распространение – Палеарктика.

Образ жизни личинок – донный. Галофил. Личинки этого вида обитают в гипергалинных водоемах.

Соленостный толерантный диапазон личинок – нижний предел неизвестен, верхний около 250‰ (Белянина, Полуконова, 2009). В Аральском море этот вид хирономид найден только в современном гипергалинном Большом Арале, где он является недавним вселенцем (Mokievsky, Miljutina, 2011).

Глава 7.

ИЗМЕНЕНИЕ ФАУНЫ СВОБОДНОЖИВУЩИХ БЕСПОЗВОНОЧНЫХ ГОЛОЦЕНОВОГО АРАЛА ПО ДАННЫМ ПАЛЕОЛИМНОЛОГИЧЕСКОГО АНАЛИЗА ФОССИЛИЗИРОВАННЫХ ОСТАТКОВ

Как показывают исследования, Аральское море не всегда было таким, как оно изображалось на географических картах. Об изменчивости уровня и размеров Арала известно давно. Еще в средневековых арабских документах содержатся упоминания об его обмелении и изменении направления стока одной из питающих его рек – Амударьи.

История Арала – это история его регрессий и трансгрессий. На протяжении плейстоцена и начала голоцена уровень и соленость Аральского моря управлялись только местными климатическими факторами, которые вызывали изменения речного стока. В дальнейшем главным фактором стала деятельность человека: через орошение, войны, экономические и политические решения он стал влиять на уровень и соленость Аральского моря больше, чем природа.

Жители древнего Хорезма с античных времен управляли стоком Амударьи в Арал и Сарыкамыш. Люди могли заставить реку течь или в Арал, или в Сарыкамыш и далее по Узбою в Каспий, или же в оба водоема одновременно. Контроль над Амударьей можно было поддерживать только в периоды относительной социальной стабильности. Социальные потрясения в регионе вели к утрате контроля над рекой, и она по воле случая поворачивала в том или ином направлении. Сырдарья при этом всегда впадала в Арал.

На протяжении последних 2000 лет Арал пережил несколько сменявших друг друга регрессий и трансгрессий. Их датировка основывается на геолого-геоморфологических, археологических данных и на результатах исследования фоссилизированных остатков гидробионтов в донных отложениях. Из числа происходивших в прошлом регрессий наиболее точно датируется средневековая регрессия, которую относят к периоду XIII–XVI веков.

Так как регрессии Аральского моря сопровождались повышением солености, а трансгрессии – ее снижением, то это отражалось на видовом составе фауны. Его изменение можно проследить по остаткам таких гидробионтов, обладающих хорошо сохраняющимися раковинами и карапаксами, как моллюски и остракоды. Если известен диапазон соленостей, в котором конкретный вид встречается в водоеме, то становится возможным с большей или меньшей точностью определить соленость, при которой жила данная особь. Если при этом можно определить и возраст этих остатков, то тогда возможно привязать изменение солености к временной шкале.

Анализ изменения видового состава остракод донных отложений, взятых со дна Арала и охватывающих последние 2000 лет, показал (Keyser, Pint, Smurov, неопубликованные данные) показал неравномерность распределения 7 видов остракод *Cyprideis torosa*, *Limnocythere inopinata*, *Amnicythere cymbula*, *Limnocythere aralensis*, *Thyrrhenocythere amnicola*, *Loxoconchissa immodulata* и *Pseudocandona marchica* по глубине колонок. Из этих видов постоянным компонентом в колонках является только широко эвригалинный *Cyprideis torosa*. Горизонты, где доминировали *C. torosa* и *Limnocythere inopinata*, соответствовали солености выше 25‰. Доминирование *Amnicythere cymbula* и *Limnocythere aralensis* соответствовало солености 10–25‰. Доминирование *Thyrrhenocythere amnicola*, *Loxoconchissa immodulata* и *Pseudocandona marchica* указывало на соленость ниже 10‰. Радиоуглеродный анализ показал, что слои с максимальным доминированием *Cyprideis torosa* датируются временем около 875 г., когда соленость Арала была высокой, а уровень – низким, как сейчас. Анализ также показал снижение солености около 1000 г. и снова высокую соленость в 1220 г., которая сохранялась до 1573 г.

Изучение изменения видового состава моллюсков по глубине колонок донных отложений, взятых со дна Арала, показало (Filippov, Riedel, 2009), как изменялась соленость в ходе чередовавшихся трансгрессий и регрессий на протяжении последней тысячи лет. Наиболее постоянным элементом в этих отложениях являются *Caspiohydrobia*.

Эти же исследователи (Filippov, Riedel, 2009) впервые обнаружили в нижних частях колонок донных отложений раковины солоноватоводного брюхоногого моллюска *Turricaspia spica* (Eichwald), находок которого в Аральском море до этого не было. На основании этого ими было высказано весьма спорное предположение, что до середины XIV века в Арале обитал еще один вид брюхоногих моллюсков – солоноватоводная *T. spica*. По их мнению, эти раковины были не переотложены из обнажений древних пород, так как колонки грунтов были взяты в центральной части моря, а действительно принадлежат реально жившим в это время в Арале моллюскам. Раковины *T. spica* присутствовали в танатоценозах, начиная с самых древних слоев, но только до слоя, соответствующего примерно 1300–1350 гг. Выше эти раковины уже не встречались, что, по мнению данных авторов, позволяет сделать вывод о вымирании этого моллюска из-за сильного снижения солености до почти пресноводных условий в период примерно 1250–1400 гг. в результате направления всего стока Амударьи в Арал и увеличения водности Сырдарьи. Тогда же и тоже из-за низкой солености исчез и двустворчатый моллюск *Hypanis minima*.

В дальнейшем, около 1350–1400 гг., начался обратный рост солености в результате нового снижения притока пресной воды, продолжавшийся до 1500–1550 гг. Об этом свидетельствует распространение предпочитающих более высокую соленость моллюсков *Caspiohydrobia* spp. и *Cerastoderma isthmicum* при снижении численности *Dreissena*, предпочитающей пониженную соленость. По данным этих авторов около 1500 г. в Арале вновь появляется исчезнувший моллюск *Hypanis minima*: возможно, его вселение произошло при участии человека (Filippov, Riedel, 2009).

Выполненное с участием автора исследование танатоценозов Ostracoda из двух донных отложений Малого Арала (Aladin et al., 2000b) показало наличие неравномерного распределения отдельных видов этих рачков по глубине отложений (рис. 7.1, 7.2). Это тоже показывает, что на протяжении того времени, когда происходило накопление этого слоя донных осадков, соленость Малого Арала, как и Большого Арала, не была постоянной, и в прошлом она как повышалась, так и понижалась. Предложена реконструкция палеосолености Аральского моря (см. табл.) за последние 9000 лет.

Эти исследования танатоценозов остракод и моллюсков из позднеголоценовых отложений со дна Аральского моря свидетельствуют о его неоднократных регрессиях, сравнимых с современной регрессией, сменявшихся трансгрессиями.

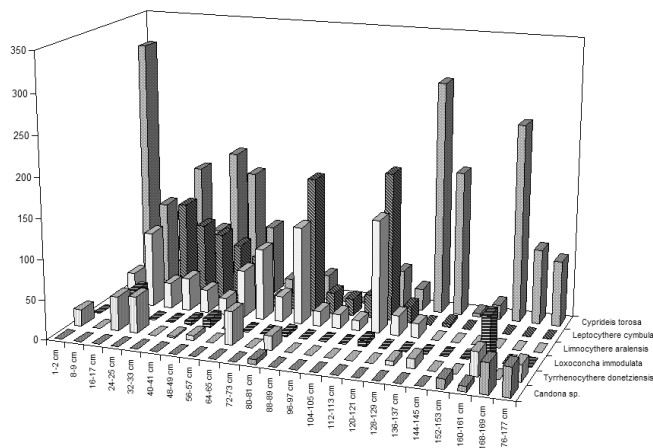


Рис. 7.1. Видовой состав Ostracoda из керна AS13 (из: Aladin et al., 2000b)

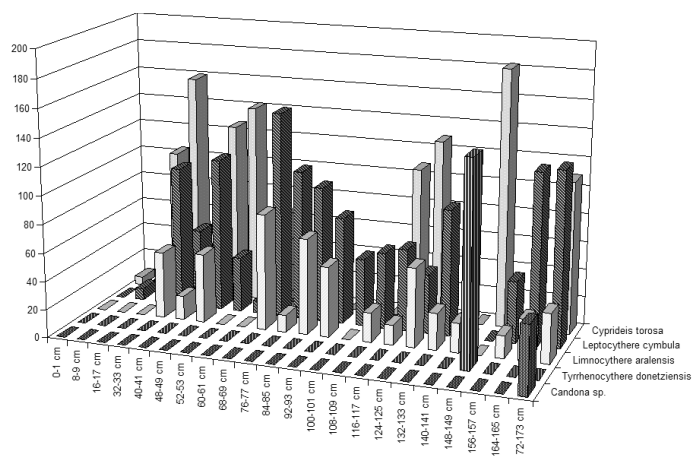


Рис. 7.2. Видовой состав Ostracoda из керна AS17 (из: Aladin et al., 2000b)

Изменение палеосолености Аральского моря, определенной по остракодам, за последние 9000 лет
(по: Aladin et al., 2000b).

Время, тыс. лет назад	Соленость, ‰		
	Малый Арал	Западный Большой Арал	Восточный Большой Арал
9	1–4	22–25	25–41
4	1–2	0.5–1	2–3
3	1–2	0.5–1	0.5–2
1.6	100–104	36–48	1–2
0.45	2–3	22–30	22–40

Глава 8.

БУДУЩЕЕ ФАУНЫ СВОБОДНОЖИВУЩИХ БЕСПОЗВОНОЧНЫХ ОСТАТОЧНЫХ ВОДОЕМОВ АРАЛЬСКОГО МОРЯ

К настоящему времени на месте Аральского моря располагается группа из четырех водоемов с различным гидрологическим режимом: Малый Арал (вновь ставший солоноватоводным) и оставшиеся от Большого Арала 3 части (превратившиеся в гипергалинные водоемы) – соединенные протокой западный и восточный бассейны и зал. Тщebas. Будущее фауны свободноживущих беспозвоночных в этих остаточных водоемах Арала будет определяться в первую очередь тем, как будет изменяться и какой станет в дальнейшем соленость их вод.

8.1. Малое Аральское море

Уровень Малого Аральского моря после зарегулирования плотиной в проливе Берга повысился и стабилизировался. Соленость вод этого остаточного водоема, благодаря его положительному водному балансу и сезонной проточности (в зимне-весеннее время), постепенно снижается, и к настоящему времени средняя соленость уже стала даже ниже, чем до начала современной регрессии и вызванного ей осолонения. Теперь основную часть Малого моря занимает не основная солоноватоводная (8–13‰) соленостная зона, как это было до 1960-х гг., а переходная пресноводная-солоноватоводная (3–8‰) соленостная зона. При этом, если вблизи устья Сырдарьи, благодаря опреснению речным стоком, соленость снижена вплоть до величин, соответствующих основной пресноводной (до 3‰) соленостной зоне, то в заливах Большой Сарычеганак и Бутакова она повышена и соответствует основной солоноватоводной зоне.

Снижение солености Малого Арала создало условия для происходящего в настоящее время роста видового разнообразия его фауны в результате естественной реинтродукции многих видов беспозвоночных, которые исчезли при осолонении моря.

Обратное вселение планктонных беспозвоночных (пресноводные и солоноватоводные коловратки, ветвистоусые и веслоногие рачки) может происходить различными путями. Их покоящиеся стадии могут быть занесены водоплавающими птицами или ветром с пресных или солоноватых водоемов Приаралья. Не исключен и непосредственный вынос этих организмов со стоком Сырдарьи как из самой реки, так и из связанных с ней озер в ее низовьях, где они обитают, и которые в этом случае играют роль рефугиумов.

Вселение тех донных беспозвоночных, которые сами неспособны к миграции, возможно при наличии у них планктонных личинок. К ним принадлежит населяющий эти рифугиумы (Старобогатов, 1974) двустворчатый моллюск *Dreissena polymorpha aralensis* (остальные виды *Dreissena* и все виды *Hypanis* там отсутствуют), чьи личинки попадают в Малый Арал с речным стоком. Далее следуют размножение и расселение за счет переноса личинок течениями.

Вагильные виды донных беспозвоночных – мизиды и бокоплав *Dikerogammarus aralensis* – могут непосредственно сами мигрировать из низовий Сырдарьи, где они обитают, в Малый Арал и расселяться по нему.

В случае личинок насекомых (хирономиды и другие двукрылые, ручейники) они появляются просто за счет откладки яиц, и затем для возможности их дальнейшего развития необходима только приемлемая соленость.

Затруднять обратное вселение видов, являющихся важными кормовыми объектами, могут вернувшиеся в Малый Арал и питающиеся ими рыбы. Из-за этого для обогащения

кормовой базы рыб представляется целесообразным проведение специальных работ по реинтродукции некоторых видов, являющихся ценными кормовыми объектами. Это позволило бы ускорить рост их численности и расширение ареала. В первую очередь это – мизида *Paramysis lacustris* и моллюск *Dreissena polymorpha aralensis*, сейчас населяющие озерные системы в низовье Сырдарьи.

При существующем сейчас гидрологическом режиме Малого Арала его соленость, благодаря сезонной проточности, будет продолжать свое снижение до тех пор, пока не установится равновесие между поступлением солей с речным стоком и их выносом с водой, уходящей через Кокаральскую плотину. Какой в итоге станет соленость, будет зависеть от объемов поступающего в море речного стока.

В Малом Арале будут представлены только переходная пресноводная-солонатоводная и основная пресноводная солоностная зоны. Также нельзя исключить и такую возможность, что преобладающей станет основная пресноводная солоностная зона, где средняя минерализация вод из-за испарения будет только немногим выше минерализации стока Сырдарьи, а переходная пресноводная-солонатоводная солоностная зона останется только в заливе Бутакова, несколько снизившем свою соленость.

Дальнейшее снижение солености Малого Арала может вызвать новые изменения в составе фауны свободноживущих беспозвоночных. Наступит новый кризис, и исчезнет ряд видов, не способных выжить в новых условиях.

Если распреснение моря до солености, соответствующей основной пресноводной зоне, никак не отразится на пресноводных видах беспозвоночных, то оно негативно скажется на морских видах и выходцах из осолоненных водоемов аридной зоны, которым благоприятствовало осолонение Арала, а также и на солонатоводных видах, вплоть до того, что приведет к их выпадению из фауны.

Распреснение всего Малого Арала ниже 7‰ приведет к выпадению аборигенного морского двустворчатого моллюска *Cerastoderma isthmicum*; соленость ниже 6‰ (Андреев, Андреева, 1990б) к исчезновению выходцев из осолоненных водоемов аридной зоны, брюхоногих моллюсков рода *Caspihydrobia*. Все эти упомянутые моллюски уже стали малочисленными видами (Отчет ..., 2013) и близки к исчезновению. Если соленость станет меньше 5‰, то должен будет исчезнуть вселенец – креветка *Palaemon elegans*. Исчезновение или хотя бы очень сильное снижение численности креветки сделает возможным заселение моря путем миграции из р. Сырдарья бокоплавом *Dikerogammarus aralensis*, широко эвригалинным аборигенным видом, давно выпавшим из фауны не вследствие осолонения, а из-за вселения этой креветки. Примерно тогда же может исчезнуть и другой вселенец – морской двустворчатый моллюск *Syndosmya segmentum*, все еще входящий в число доминирующих видов (Отчет ..., 2013) донной фауны Малого моря. При снижении солености ниже 5‰ исчезнет еще один вселенец – многощетинковый червь *Hediste diversicolor*. Хотя этот широко эвригалинный вид является физиологически пресноводным, и взрослые особи могут жить в пресной воде, но, чтобы было возможным его размножение, необходима соленость не менее 4–5‰ (Хлебович, 1996).

Сильное распреснение Малого Арала будет неблагоприятным для морских видов коловраток, например *Synchaeta* spp., и, возможно, приведет к их выпадению из его фауны. Снижение солености Малого Арала ниже 4–6‰ станет причиной исчезновения таких представителей понто-каспийской фауны, как ветвистоусые рачки семейства Podonidae. Исчезнут *Podonevadne camptonyx*, *P. angusta* и *Evadne anonyx*, но при этом останется возможным существование *P. trigona*, т.к. по имеющимся данным этот рачок способен жить и в пресной воде (Аладин, 1982а).

Соленость менее 5‰ позволит существовать в Малом Арале всем известным для него видам ракушковых ракообразных, кроме *Limnocythere aralensis*. Низкая соленость будет благоприятна для пресноводных, но не для галофильных видов хирономид.

Такое сильное распреснение Малого Арала будет неблагоприятным для морских и галофильных веслоногих ракообразных, в результате чего в фауне останутся только пресноводные и широко эвригалинные виды: из числа Calanoida – вселенец *Calanipeda aquaedulcis* и абориген *Phyllodiaptomus blanci*. Из Cyclopoida исчезнет *Halicyclops rotundipes aralensis*, но останутся все остальные виды, т.к. они пресноводные. Среди Harpacticoida останутся только те виды, которые встречаются и в пресных водах: это, вероятнее всего, – *Halectinosoma abraui*, *Nitocra hibernica*, *Onychocamptus mohammed*, *Limnocletodes behningi*, *Nannopus palustris*.

По всей видимости, должны выпасть из фауны все Foraminifera. Из числа известных для фауны Малого Арала видов инфузорий могут исчезнуть *Codonella relict*, *Tintinnopsis meuneri*, *T. cylindrata*, *T. tubulosa*, *Metacylis mediterranea*, *Condylostoma patens*. Из всех видов ресничных червей, вероятнее всего (если они пережили осолонение Арала), могут остаться два – *Gyratrix hermaphroditus* и *Placorhynchus octaculeatus*. Что касается нематод, то в этом случае какой-либо прогноз проблематичен из-за недостатка необходимых для этого сведений.

Если снижение солености вод Малого Арала ниже 4–7‰ не распространится на заливы Бутакова и Большой Сарычеганак, то в таком случае морские и каспийские виды, сохранившись там как в рефугиумах, не исчезнут окончательно из фауны моря.

Существует возможность дальнейшего увеличения объема и площади Малого Аральского моря за счет того количества воды, которая сейчас сбрасывается через плотину в бывшем проливе Берга в направлении Большого Арала.

Если будет реализован проект, предполагающий создание в горле залива Большой Сарычеганак плотины с водосбросом в основную акваторию Малого Арала и прокладку канала от гидроузла Аклак для подачи части стока Сырдарьи в этот залив, то Малое море станет каскадом из двух водоемов с различным гидрологическим режимом, отличающихся соленостными условиями. На месте обводненного залива возникнет проточный водоем, занятый основной пресноводной зоной. В этом почти пресноводном (соленость <2‰) Большом Сарычеганаке за счет выноса в него гидробионтов из Сырдарьи сформируется фауна пресноводного типа. Имеющиеся там морские, солоноватоводные организмы и выходцы из осолоненных водоемов аридной зоны должны исчезнуть. Основная часть Малого моря будет солоноватоводной (какой станет ее соленость, это будет зависеть от величины стока Сырдарьи).

Если реализовать альтернативный проект, предполагающий только реконструкцию плотины в проливе Берга с увеличением ее высоты, то тогда повысится уровень и увеличится площадь всего Малого Арала. В этом случае все Малое море будет солоноватоводным с опресненной зоной перед дельтой Сырдарьи.

Реализация любого из этих двух вариантов позволит остановить распреснение Малого Арала (и даже несколько повысить его соленость по сравнению с современной) и предотвратит новые изменения его фауны.

8.2. Остаточные водоемы Большого Аральского моря

Возможный прогноз будущего фауны свободноживущих водных беспозвоночных трех гипергалинных водоемов, оставшихся от Большого Аральского моря, совсем иной, чем для Малого Арала.

Несмотря на значительное сокращение водного зеркала, их водный баланс остается отрицательным. Западный Большой Арал и бывший зал. Тщевас получают небольшое количество воды из атмосферных осадков, и, по-видимому, заметную долю в их водном балансе теперь составляет подземный сток со стороны обрыва плато Устюрт. Помимо этого, Тщевас получает часть воды, стекающей из Малого Арала. Сток Амударьи только в отдельные годы поступает в Восточный Большой Арал и на время пополняет его, как это было в 2010 г., и далее через протоку подпитывает Западный Большой Арал. При

отсутствии стока Амударьи нельзя рассчитывать на скорую стабилизацию уровня и солености остаточных водоемов Большого Аральского моря и, тем более, на снижение солености.

Если ничего не будет сделано для остановки дальнейшего роста солености Западного Большого Арала и Тщеваса, то начнется сокращение видового разнообразия их и так уже бедной галотолерантной фауны. При солености выше примерно 105‰ можно будет ожидать исчезновения ракушкового рачка *Cyprideis torosa* и коловратки *Brachionus plicatilis*. Исчезнут и коловратки *Hexarthra*. Дольше могут выдержать осолонение гарпактициды *Cletocamptus confluens* (порядка 130‰), *Nitocra lacustris* (примерно 140‰) и *C. retrogressus* (примерно 200‰). Циклоп *Apocyclops dengizicus* может выпасть при солености >130‰. При солености >290‰ возможно исчезновение ракушкового рачка *Eucypris mareotica*. Выпадения личинок хирономиды *Baeotendipes noctivaga* можно ожидать при 250‰. Исчезнут и галофильные инфузории: *Frontonia marina* – при солености >130‰, а *Fabrea salina* – примерно при 230‰. При таком развитии событий от фауны свободноживущих беспозвоночных этих остаточных водоемов Большого Арала может в результате остаться только *Artemia*, выдерживающая соленость до 350‰. Если соленость превысит верхнюю границу соленостного толерантного диапазона артемии, то эти водоемы превратятся в подобие Мертвого моря (Oren et al., 2010). Во всяком случае то, как реально изменится фауна, будет зависеть от того, до какого предела дойдет осолонение Западного Большого Арала и Тщеваса, когда установится равновесие их водных балансов.

Фауна свободноживущих беспозвоночных Восточного Большого Арала, представленная до его высыхания (вероятнее всего, только *Artemia*), может восстановиться и после ее гибели. Это произойдет, когда в очередной раз этот остаточный водоем получит воду из Амударьи. Источником для восстановления популяции артемии станут цисты, оставшиеся на обсохшем его дне или же заносимые ветром с других гипергалинных водоемов.

Таким образом, будут возможны четыре формы существования фауны свободноживущих беспозвоночных в остаточных водоемах Аральского моря.

1. Фауна свободноживущих беспозвоночных, представленная пресноводными видами. Существовать такая фауна может в Малом Арале или только в его заливе Большой Сарычеганак.

2. Фауна свободноживущих беспозвоночных с преобладанием эвригалинных пресноводных, солоноватоводных и морских видов. Такая фауна была в Арале до его осолонения. Ее существование возможно в Малом Арале, если он не превратится в почти пресноводный водоем.

3. Фауна свободноживущих беспозвоночных, в которой преобладают морские виды. Такая форма существования фауны будет возможна только в бывшем заливе Тщевас Большого Арала и при очень маловероятном условии, что он будет получать достаточный объем стока из Малого Арала для своего опреснения.

4. Фауна свободноживущих беспозвоночных, в которой преобладают (или представлены) только гипергалинные виды. Такая фауна может продолжать свое существование в Западном и Восточном Большом Арале и в бывшем заливе Тщевас при сохранении существующих в них соленостных условий.

Необходимо отметить, что в случае дальнейшего осолонения остаточных водоемов Большого Арала там могут полностью исчезнуть все Metazoa. При возможном полном высыхании Восточного Большого Арала представители его фауны могут выжить в виде диапаузирующих стадий.

Заключение

Начиная с 1950-х гг. вся фауна свободноживущих беспозвоночных Аральского моря находится в нестабильном состоянии. За прошедший с этого времени период она претерпела очень существенное изменение своего видового состава. Причиной этого стала деятельность человека, которая привела как к изменению как гидрологического режима этого уязвимого водоема, остававшегося стабильным на протяжении нескольких столетий, так и сложившегося баланса в его экосистеме. Увеличение безвозвратного забора стока рек, являющихся главным источником воды для этого бессточного соленого озера, стало главной причиной высыхания Арала и постепенного роста солености его вод, которое вело к деградации его биоты.

Но первые изменения в фауне свободноживущих беспозвоночных Аральского моря произошли еще до начала его современной антропогенной регрессии. Они были результатом во многом не всегда обоснованного и не всегда проведенного на должном уровне вселения прежде там отсутствовавших видов гидробионтов, проводившегося с целью повышения рыбопродуктивности водоема. Кроме намеренно вселявшихся видов, в Арале появились и случайные (попутные) вселенцы. Не всегда был достигнут желаемый результат, а в ряде случаев это привело к нежелательным или даже серьезным отрицательным последствиям для фауны моря.

Главной причиной, вызвавшей изменения в фауне свободноживущих беспозвоночных Аральского моря, является изменение солености, начавшееся в 1960-х гг. В процессе осолонения моря, вызываемые им изменения происходили неравномерно, нелинейно. Они были связаны с переходом через очередную критическую соленость (хорогалиникум) и происходили в кризисные периоды, сменявшиеся периодами относительной стабильности.

Первый такой кризисный период пришелся на 1971–1976 гг., когда соленость Арала превысила верхнюю границу первой барьерной солености – 13‰. В результате этого кризиса исчезли пресноводные и солоноватоводные виды свободноживущих беспозвоночных пресноводного происхождения, способные исключительно к гиперосмотической регуляции.

В 1986–1989 гг., когда соленость моря достигла величин второй барьерной солености 27–32‰, фауна свободноживущих беспозвоночных пережила второй кризисный период. Результатом стало исчезновение солоноватоводных видов свободноживущих беспозвоночных каспийского происхождения, способных к амфиосмотической регуляции со слабо выраженной гипоосмотической регуляцией.

После второго кризиса наступил очередной период относительной стабилизации. В 1989 г. Аральское море в результате продолжавшегося падения уровня разделилось на 2 водоема с различным гидрологическим режимом и, как следствие, различной судьбой: Малый (северный) Арал и Большой (Южный) Арал.

После разделения моря Малый Арал приобрел положительный водный баланс, его соленость стала снижаться (после постройки новой плотины в проливе Берга его уровень повысился). Это вновь привело к изменению видового состава фауны свободноживущих беспозвоночных. Начали возвращаться из нижнего течения р. Сырдарьи и придельтовых водоемов (или вылупились из покоящихся стадий) представители солоноватоводной фауны свободноживущих беспозвоночных, способные к амфиосмотической регуляции. По мере дальнейшего снижения солености началась реинтродукция представителей пресноводной фауны свободноживущих беспозвоночных, способных к гиперосмотической регуляции. Если в результате дальнейшего снижения солености Малый Арал станет водоемом с условиями, близкими к пресноводным, то это может привести к тому, что его фауна свободноживущих беспозвоночных может пройти через новый кризис. После этого в ее составе останутся практически только представители пресноводной фауны.

Большой Арал сохранил отрицательный водный баланс и продолжил высыхать и осолоняться, и к настоящему времени он распался на 3 остаточных водоема. В конце 1990-х – начале 2000-х гг. фауна свободноживущих беспозвоночных вступила здесь в третий кризисный период. Когда соленость достигла величин третьей барьерной солености (47–52‰) и затем превысила ее, начали исчезать виды свободноживущих беспозвоночных морского происхождения, не способные при высоких соленостях к активной осморегуляции и являющиеся в этих условиях осмоконформерами. К концу 1990-х гг. Большой Арал превратился в гипергалинный водоем, населенный представителями гипергалинной фауны, способной к амфиосмотической регуляции с ярко выраженной гипоосмотической составляющей. Единственной возможной формой хозяйственной деятельности на Большом Арале в настоящее время является промышленная заготовка цист рачка *Artemia*. Если же ничего не будет сделано для остановки дальнейшего роста солености остаточных водоемов Большого Арала, то начнется сокращение видового разнообразия их и так уже бедной фауны, вплоть до ее полной утраты, и тогда они превратятся в подобие Мертвого моря

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Аверинцев С.В. Об увеличении пищевой базы для промысловых рыб Аральского моря (в порядке обсуждения) // Рыбное хозяйство СССР, 1936. № 8. С. 54–55.
- Аладин Н.В. Соленостные адаптации и осморегуляторные способности ветвистоусых ракообразных. 2. Формы из Каспийского и Аральского морей // Зоол. журн., 1982а. Т. 61, № 4. С. 507–514.
- Аладин Н.В. Соленостные адаптации и осморегуляторные способности ветвистоусых ракообразных. 3. Формы из солоноватых и пресных вод // Зоол. журн., 1982б. Т. 61, № 6. С. 851–859.
- Аладин Н.В. Соленостные адаптации и осморегуляторные способности ракушковых ракообразных (Ostracoda) из Каспийского и Аральского морей // Зоол. журн., 1983а. Т. 62, № 1. С. 51–57.
- Аладин Н.В. О смещении барьера критической солености в Каспийском и Аральском морях на примере жаброногих и ракушковых ракообразных // Зоол. журн., 1983б. Т. 62, № 5. С. 689–694.
- Аладин Н.В. Особенности осморегуляции гемолимфы ракушковых и жаброногих ракообразных из морских и континентальных вод // Тр. Зоол. ин-та АН СССР, 1986а. Т. 141: 75–96.
- Аладин Н.В. Прогнозирование качественного и количественного состава фауны ракушковых и жаброногих ракообразных в морских и континентальных водах с меняющейся соленостью // Тр. Зоол. ин-та АН СССР, 1986б. Т. 141. С. 98–112.
- Аладин Н.В. Концепция относительности и множественности зон барьерных соленостей // Журнал общей биологии, 1988. Т. 49, № 6. С. 825–833.
- Аладин Н.В. Критический характер биологического действия каспийской воды соленостью 7–11‰ и аральской воды соленостью 8–13‰ // Тр. Зоол. ин-та АН СССР, 1989а. Т. 196. С. 12–21.
- Аладин Н.В. Зоопланктон и зообентос прибрежных вод о. Барсакельмес (Аральское море) // Тр. Зоол. ин-та АН СССР, 1989б. Т. 199. С. 110–114.
- Аладин Н.В. Особенности осморегуляции у ракушкового ракообразного *Cyprideis torosa* из различных морей СССР // Зоол. журн., 1989в. Т. 68, № 7. С. 40–50.
- Аладин Н.В. Общая характеристика гидробионтов Аральского моря с точки зрения физиологии осморегуляции // Тр. Зоол. ин-та АН СССР, 1990. Т. 223. С. 5–18.
- Аладин Н.В. Танатоценозы исчезающих и отчленяющихся заливов Аральского моря // Тр. Зоол. ин-та АН СССР, 1991. Т. 237. С. 60–63.
- Аладин Н.В. Соленостные адаптации Ostracoda и Branchiopoda // Тр. Зоол. ин-та РАН, 1996. Т. 265. С. 1–206.
- Аладин Н.В. Плотина жизни или плотина длиною в жизнь. Часть первая. «Пролог» или Первая Пятилетка (1988–1992 гг.) // Астраханский вестник экологического образования, 2012. № 3 (21). С. 206–216.
- Аладин Н.В., Андреев Н.И. О нахождении *Podonevadne trigona* (G. Sars) в планктоне Аральского моря. Биологические основы рыбного хозяйства водоемов Средней Азии и Казахстана: Тезисы докладов XVII научной конференции (г. Балхаш, 22–26 сентября 1981 г.). – Фрунзе: Илим, 1981. С. 214–215.
- Аладин Н.В., Андреев Н.И. Влияние солености Аральского моря на изменение состава фауны ветвистоусых ракообразных // Гидробиол. журн., 1984. Т. 20, № 13. С. 23–28.
- Аладин Н.В., Котов С.В. Естественное состояние экосистемы Аральского моря и ее изменение при антропогенном воздействии // Тр. Зоол. ин-та АН СССР, 1989. Т. 199. С. 4–25.
- Аладин Н. В., Филиппов А.А. К вопросу о сохранении жизнеспособности яиц *Artemia salina* и *Moina mongolica* из донных отложений высохших заливов Аральского моря // Тр. Зоол. ин-та РАН, 1993. Т. 250. С. 114–120.
- Аладин Н.В., Плотников И.С. Высыхание Аральского моря и возможные пути реабилитации и консервации его северной части // Тр. Зоол. ин-та РАН, 1995. Т. 262. С. 3–16.
- Аладин Н.В., Плотников И.С. Воздействие видов-вселенцев на биоразнообразие Каспийского моря // Биологические инвазии в водных и наземных экосистемах (ред. Алимов А.Ф., Богуцкая Н.Г.). – М.–СПб: КМК, 2004. С. 231–242.
- Аладин Н.В., Плотников И.С., Смуров А.О., Гонтарь В.И. Роль чужеродных видов в экосистеме Аральского моря // Биологические инвазии в водных и наземных экосистемах (ред. Алимов А.Ф., Богуцкая Н.Г.). – М.–СПб: КМК, 2004. С. 275–296.
- Аладин Н.В., Плотников И.С. Современная фауна остаточных водоемов, образовавшихся на месте бывшего Аральского моря // Тр. Зоол. ин-та РАН, 2008. Т. 312, № 1/2. С. 145–154.

Аладин Н.В., Плотников И.С. Концепция относительности и множественности зон барьерных солёностей и формы существования гидросферы // Пятьдесят лет концепции критической солёности. Труды ЗИН РАН. Приложение №3, 2013. С. 7–21.

Андреев Н.И. Итоги акклиматизации *Calanipeda aquae-dulcis* Kritschagin в Аральском море // Биологические основы рыбного хозяйства водоемов Средней Азии и Казахстана: Материалы конференции 1978 г. – Фрунзе: Илим, 1978. С. 6–9.

Андреев Н.И. К вопросу об акклиматизации в Аральском море планктонных беспозвоночных // Итоги и перспективы акклиматизации рыб и беспозвоночных в водоемах СССР: Тезисы докладов (Махачкала, 23–25 сент. 1980 г.). – М., 1980. С. 130–132.

Андреев Н.И. Коловратки Аральского моря в связи с его осолонением. Биологические основы рыбного хозяйства водоемов Средней Азии и Казахстана: Материалы конференции (Ташкент, 27–29 сент. 1983 г.). – Ташкент: Фан, 1983. С. 46–47.

Андреев Н.И. Зоопланктон Аральского моря в начальный период его осолонения // Тр. Зоол. ин-та АН СССР, 1989. Т. 199. С. 26–52.

Андреев Н.И. Новые данные о распространении *Moina mongolica* Daday (Cladocera, Moinidae) в Аральском море. (Деп. в ВИНТИ 20.02.95 № 479–В95). – Омск, 1995. 6 с.

Андреев Н.И., Андреева С.И. Некоторые закономерности изменения фауны беспозвоночных Аральского моря // Биологические основы рыбного хозяйства водоемов Средней Азии и Казахстана. Тезисы докладов XVII научной конференции (г. Балхаш, 22–26 сентября 1981 г.). – Фрунзе: Илим, 1981. С. 219–220.

Андреев Н.И., Андреева С.И. Краб *Rhithropanopeus harrisi tridentatus* (Decapoda, Xanthidae) в Аральском море // Зоол. журн., 1988. Т. 67. № 1. С. 135–136.

Андреев Н.И., Андреева С.И. Зообентос култуков Арала до и после зарегулирования стока рек (к вопросу о положении хорогалинной зоны в Аральском море) // Тр. Зоол. ин-та АН СССР, 1990а. Т. 223. С. 53–67.

Андреев Н.И., Андреева С.И. Солёностная резистентность некоторых массовых беспозвоночных Аральского моря // Тр. Зоол. ин-та АН СССР, 1990б. Т. 223. С. 85–104.

Андреев Н.И., Андреева С.И. Малакофауна Аральского моря в условиях его осолонения // Международное совещание «Проблемы гидробиологии континентальных вод и их малакофауна». К 100-летию со дня рождения заслуженного деятеля науки профессора В.И. Жадина (Санкт-Петербург, 18–21 ноября 1996 г.): Тез. докл. – СПб, 1996. С. 5.

Андреев Н.И., Плотников И.С. Зоопланктон Аральского моря в условиях прогрессирующего осолонения // Тр. Зоол. ин-та АН СССР, 1990. Т. 223. С. 19–23.

Андреева С.И. Зообентос Аральского моря // Биологические основы рыбного хозяйства водоемов Средней Азии и Казахстана: Материалы XVI конференции. – Фрунзе: Илим, 1978. С. 13–14.

Андреева С.И. Макробентофауна Аральского моря в современных условиях // Биологические основы рыбного хозяйства водоемов Средней Азии и Казахстана: Материалы XVIII конференции (Ташкент, 27–29 сент. 1983 г.). – Ташкент: Фан, 1983. С. 48–49.

Андреева С.И. Макрозообентос Аральского моря в начальный период его осолонения // Тр. Зоол. ин-та АН СССР, 1989. Т. 199. С. 53–82.

Андреева С.И., Андреев Н.И. Донные биоценозы Аральского моря при изменении его режима // Гидробиол. журн., 1987. Т. 23, № 5. С. 81–86.

Ануфриева Е.В. Ракообразные гиперсолёных водоемов Крыма: фауна, экология, распространение: автореф. дис. на соискание ученой степени канд. биол. наук. – Севастополь, 2014. 23 с.

Атлас беспозвоночных Аральского моря. – М.: Пищевая промышленность, 1974. 272 с.

Атлас беспозвоночных Каспийского моря. – М.: Пищевая промышленность, 1968. 416 с.

Ахроров Ф. О распространении и экологии мизид Кайрак-Кумского водохранилища // Тезисы докладов конференции по вопросам рыбного хозяйства республик Средней Азии и Казахстана. – Фрунзе: Илим, 1968. С. 18–20.

Баимов У. О видовом составе и численности каспийских бычков в Аральском море // Вестник Каракалпакского филиала АН УзССР, 1961. № 3. С. 11–16.

Баимов У. Данные по биологии бычка-бубыря (*Bubyr caucasicus* Berg) в Аральском море // Вестник Каракалпакского филиала АН УзССР, 1963. № 3. С. 51–59.

- Балымбетов К.С. Распространение рачка *Cercopagis pengoi* (Ostr.) в Аральском море // Биологические основы рыбного хозяйства водоемов Средней Азии и Казахстана: Тезисы докладов (Фергана, 25–29 сент. 1972 г.). – Ташкент–Фергана, 1972. С. 50–51.
- Бартольд В.В. Сведения об Аральском море и низовьях Амударьи с древнейших времен до XVII в. // Бартольд В.В. Работы по исторической географии. – М.: Восточная литература, 2002. С. 14–94.
- Беклемишев В.Н. Новые данные о фауне Аральского моря // Русский гидробиологический журнал, 1922. Т. 1. № 9–10. С. 276–288.
- Беклемишев В.Н. О некоторых водных прибрежных биоценозах Арала // Изв. Биол. НИИ Пермского ун-та, 1923. Т. 1. Вып. 9–10. С. 141–148.
- Бекмурзаев Б. Акклиматизация мизид на юге Арала // Вестник Каракалпакского филиала АН УзССР, 1965. № 4. С. 36–36.
- Бекмурзаев Б. Распространение, выживание и дыхание некоторых беспозвоночных юга Арала в воде различной солености // Тр. ВНИРО, 1970. Т. 76. Вып. 3. С. 185–191.
- Бекмурзаев Б. Донные беспозвоночные прибрежной части юга Арала и влияние на них среды обитания. Автореф. канд. дис. – М., 1971. 21 с.
- Бекмурзаев Б. Влияние осолонения воды на зообентос южной части Аральского моря // Гидробиол. журн., 1991. Т. 27, № 5. С. 27–30.
- Белянина С.И., Константинов А.С. Отряд двукрылые, Diptera // Атлас беспозвоночных Аральского моря. – М.: Пищевая промышленность, 1974. С. 228–236.
- Белянина С.И., Полуконова Н.В. О таксономическом статусе *Baeotendipes* Kieffer (Chironomidae, Diptera) // Экология, эволюция и систематика животных: Материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. – Рязань: НП “Голос губернии”, 2009. С. 302–304.
- Бенинг А.Л. Гидрологические и гидробиологические материалы к составлению промысловой карты Аральского моря // Труды Аральского отделения ВНИРО, 1934. Т. 3. С. 183–205.
- Бенинг А.Л. Материалы к составлению промысловой карты Аральского моря // Труды Аральского отделения ВНИРО, 1935. Т. 4. С. 139–195.
- Бенинг А.Л. Проникновение в Каспийское море некоторых новых для него животных // Природа, 1936. Т. 25. № 4. С. 107–108.
- Бенинг А.Л. О бентосе заливов Комсомолец (Мертвый Култук) и Кайдак // Тр. Касп. комис., 1937. Ч. 1. Вып. 1. С. 155–182.
- Берг Л.С. Аральское море. Опыт физико-химической монографии // Изв. Туркестанского отд. Русского геогр. о-ва, 1908. Т. 5, Вып. 9. 580 с.
- Бокова Е.Н. Материалы к биологическому обоснованию акклиматизации некоторых видов северо-каспийских кумовых и корофид в Аральском и Балтийском морях // Аннот. работ, выполненных ВНИРО в 1956 г. Сб. 3. – М., 1958. С. 48–50.
- Бокова Е.Н. Материалы к биологическому обоснованию акклиматизации некоторых донных беспозвоночных в Аральском море // Тр. ВНИРО, 1960. Т. 43. Вып. 1. С. 225–235.
- Бондаренко М.В. Питание массовых копепод Каспийского моря // Комплексные исследования Каспийского моря, 1974. Вып. 4. С. 197–202.
- Борисов Р.Р. Десятиногие ракообразные (Decapoda) континентальных водоемов Северной Евразии. Актуальные проблемы изучения ракообразных континентальных вод // Сборник лекций и докладов Международной школы-конференции. Ин-т биологии внутр. вод им. И.Д. Папанина РАН (Борок, 5–9 ноября 2012 г.). – Кострома: ООО Костромской печатный дом, 2012. С. 7–20.
- Бортник В.Н. Настоящее и будущее Аральского моря. – Обнинск, 1978. 11 с.
- Бортник В.Н. Исследование структуры многолетних изменений некоторых элементов гидрометеорологического режима Аральского моря // Труды ГОИН, 1980. Вып. 159. С. 119–126.
- Бортник В.И., Чистяева С.П. (ред.) Аральское море. Гидрометеорология и гидрохимия морей СССР, 7. – Л.: Гидрометеиздат, 1990. 196 с.
- Боруцкий Е.В. Harpacticoida пресных вод. Фауна СССР. Ракообразные. Т. III, вып. 4. М.–Л.: Изд-во АН СССР, 1952. 424 с.
- Боруцкий Е.В. Подкласс веслоногие, Sorepoda // Атлас беспозвоночных Аральского моря. – М.: Пищевая промышленность, 1974. С. 134–179.

- Быков Н.Е. О случайном вселении бычков и атерины в Аральском море и их взаимоотношении с акклиматизированными и местными видами рыб // Бюлл. Моск. о-ва испыт. природы, отд. биол., 1964. Т. 69. № 1. С. 51–58
- Быков Н.Е. Акклиматизация балтийской салаки (*Clupea harengus membras* L.) в Аральском море – М.: Наука, 1968. 83 с.
- Быков Н.Е. Акклиматизация севрюги в Аральском море // Тр. ВНИРО, 1970. Т. 76. Вып. 3. С. 192–195.
- Быков Н.Е., Гаврилов Г.Б. и др. Рыбопродуктивность Аральского моря по современному состоянию его кормовой базы // Вопросы ихтиологии, 1968. Т. 8. Вып. 6 (53). С. 1080–1086.
- Виноградов Л.Г. Отряд десятиногие, Decapoda // Атлас беспозвоночных Аральского моря. – М.: Пищевая промышленность, 1974. С. 204–213.
- Виркетис М.А. Некоторые данные по зоопланктону Аральского моря // Известия Отдела прикладной ихтиологии и научно-промысловых исследований, 1927. Т. 5. Вып. 2. С. 306–322.
- Гаврилов Г.Б. Некоторые акклиматизированные беспозвоночные в пище аральских промысловых рыб // Тр. ВНИРО, 1970. Т. 76. Вып. 3. С. 207–211.
- Гаврилов Г.Б. Новые данные по характеристике питания бычка-песочника в Аральском море // Тезисы докл. конф. «Биологические основы рыбного хозяйства республик Средней Азии и Казахстана». Изд. Ин-та зоол. и паразитол. АН УзССР. – Ташкент–Фергана, 1972. С. 68–69.
- Гаврилов Г.Б., Семерной В.П. Малощетинковые черви, Oligochaeta // Атлас беспозвоночных Аральского моря. – М.: Пищевая промышленность, 1974. С. 101–110.
- Гагарин В.Г. Свободноживущие нематоды в водах острова Сахалин // Труды Ин-та биологии внутренних вод, 1993а. Т. 68. С. 53–77.
- Гагарин В.Г. Свободноживущие нематоды пресных вод России и сопредельных стран: отряды Monhysterida, Areaolaimida, Chromadorida, Enoplida, Mononchida. – СПб: Гидрометеиздат, 1993б. 352 с.
- Гагарин В.Г. Свободноживущие нематоды пресных вод России и сопредельных стран: Фауна и пути ее формирования, экология, таксономия, филогения. – М.: Наука, 2001. 170 с.
- Галактионова Е.Л., Бинтинг Э.А. Случаи поимки мизид, акклиматизированных в Аральском море // Бюлл. МОИП, 1964. Вып. 2. С. 153–154.
- Гараев Р.А. Морфобиологическая характеристика атерины вида *Atherina mochon pontica* в связи с ее акклиматизацией в Аральском море // Труды ВНИРО, 1970. Т. 76. Вып. 3. С. 212–220.
- Гонтарь В.И. Мшанки южнорусских морей и их отношение к солёности // Пятьдесят лет концепции критической солёности. Труды ЗИН РАН. Приложение №3, 2013. С. 84–89.
- Гримм О.А. Заметки об истории Арала на основании его фауны // Изв. Российского о-ва любителей естествознания, антропологии и этнографии, 1881. Т. 37. Вып. 1. С. 118–121.
- Гришаева О.В. Современное состояние макрозообентоса Малого Аральского моря и водоемов нижнего течения реки Сырдария: Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата биологических наук. – Алматы, 2010. 41 с.
- Губарева Е.С., Светличный Л.С. Солёностная толерантность копепод *Calanipeda aquaedulcis* и *Arctodiaptomus salinus* (Calanoida, Copepoda) // Морский экологический журнал, 2011. Т. 10, №4. С. 32–39.
- Гулько А.Ф., Алдакимова А.Я. Материалы о питании *Calanipeda aquaedulcis* (Crustacea, Calanoida) в Азовском море // Труды АзНИРХ, 1963. Т. 6. С. 8–16.
- Дарибаев А.К. Гидробиологический режим Муйнакского и Кусатауско-Каракчинского нерестилищ Аральского моря и питание молоди рыб // Рыбы и гидробиологический режим южно-аральского бассейна. – Ташкент: Фан, 1966. С. 197–260.
- Дарибаев А.К. Опыт акклиматизации мизид и каланипеды в южной части Аральского моря // Гидробиол. журн., 1967. Т. 3. № 4. С. 69–70.
- Деньгина Р.С. Бентос архипелага Карабайли Аральского моря // Труды лаборатории озера-ведения АН СССР, 1959а. Т. 8 С. 23–83.
- Деньгина Р.С. Изменение гидрохимических условий в авандельте Аму-Дарьи в летний период и динамика биомассы бентоса // Труды лаборатории озера-ведения АН СССР, 1959б. Т. 8. С. 234–255.
- Догель В.А., Быховский Б.Е. Фауна паразитов рыб Аральского моря // Паразитологический сборник, 1934. Т. 4. С. 241–346.
- Догель В.А., Лутта А. О гибели шипа на Арале в 1936 г. // Рыбное хозяйство, 1937. № 12. С. 26–27.

Дорошев С.И. Численность акклиматизированных в Аральском море рыб и модификация промыслового улова // Акклиматизация рыб и беспозвоночных в водоемах СССР. – М., 1968. С. 105–112.

Жарковский А.А. К вопросу об охране рыбных запасов бассейна Аральского моря в связи с гидростроительством // Материалы по ихтиофауне и режиму вод бассейна Аральского моря. – М.: МОИП, 1950. С. 21–43.

Жолдасова И.М., Павловская Л.П., Елбаева М.К. Кардинальные изменения в составе биоты Аральского моря // Узбекский биологический журнал, 1999. № 5. С. 68–70.

Жолдасова И.М., Казахбаев С., Елбаева М.К., Ембергенова У.С., Любимова С.К., Мирабдуллаев И.М. Обнаружение артемии в открытой части Аральского моря // Доклады АН РУз., 2000. № 12. С. 48–50.

Завьялов П.О., Арашкевич А.Г., Грабовский А.Б., Дикарев С.Н., Джалилов Г., Евдокимов Ю.В., Кудышкин Т.В., Курбаниязов А.К., Матчанов А.Т., Ни А.А., Сапожников Ф.В., Томашевская И.Г. Квазисиноптические экспедиционные исследования в западном и восточном бассейнах Аральского моря (октябрь 2005 г.) // Океанология, 2006. Т. 46. № 5. С. 750–754.

Завьялов П.О., Арашкевич А.Г., Бастида И. и др. Большое Аральское море в начале XXI века: физика, биология, химия. – М.: Наука, 2012. 229 с.

Зевина Г.Б. Обрастания судов и гидротехнических сооружений на Каспийском море: Автореферат диссертации. – ИО РАН СССР, 1958. 40 с.

Зевина Г.Б. Класс мшанки, Bryozoa // Атлас беспозвоночных Аральского моря. – М.: Пищевая промышленность, 1974. С. 258–261.

Зенкевич Л.А. Действие вод Черного и Каспийского морей пониженной и повышенной солености на некоторых черноморских беспозвоночных. Часть 1 // Зоол. журн., 1938а. Т. 17. Вып. 5. С. 845–876.

Зенкевич Л.А. Действие вод Черного и Каспийского морей пониженной и повышенной солености на некоторых черноморских беспозвоночных. Часть 2 // Зоол. журн., 1938б. Т. 17. Вып. 6. С. 976–1002.

Зенкевич Л.А. Фауна и биологическая продуктивность моря. Т. 2 : Моря СССР, их фауна и флора.. – М.–Л.: Сов. наука, 1947. 588 с.

Зенкевич Л.А., Бириштейн Я.А. О возможных мероприятиях по повышению продуктивных свойств Каспия и Арала // Рыбное хозяйство СССР, 1934. № 3. С. 38–40.

Зенкевич Л.А., Бириштейн Я.А. Против предложения об акклиматизации китайского краба // Рыбное хозяйство СССР, 1937. № 6. С. 33–34.

Зенкевич Л.А. Биология морей СССР. – М.: Изд-во АН СССР, 1963. 739 с.

Зернов С.А. О животном планктоне Аральского моря по материалам, собранным Л.С. Бергом в 1900 г. // Изв. Туркест. отд. Русск. географ. о-ва, 1903. Вып. 3. С. 1–42.

Ильин Б.С. Акклиматизация рыб в связи с гидростроительством // Труды совещания по проблеме акклиматизации рыб и кормовых беспозвоночных. – М., 1954. С. 27–31.

Казахбаев С.К. Распространение акклиматизированного рачка калянипеды на юге Аральского моря // Акклиматизация рыб и беспозвоночных в водоемах СССР: Тезисы докладов, сент. 1972 г. – Фрунзе: Илим, 1972. С. 216–218.

Казахбаев С.К. Калянипеда в южной части Аральского моря // Гидробиол. журн., 1974. Т. 10. Вып. 1. С. 89–91.

Карзинкин Г.С. Планктон юго-западного угла Арала // Русский гидробиологический журнал, 1924. Т. 3. Вып. 1–2. С. 24–32.

Карпевич А.Ф. Предпосылки к акклиматизации новых форм в Аральском море // Доклады ВНИРО, 1947. № 6. С.13–17.

Карпевич А.Ф. Итоги и перспективы работ по акклиматизации рыб и беспозвоночных в СССР // Зоол. журн., 1948. Т. 27. Вып. 6. С. 469–480.

Карпевич А.Ф. Отношение двустворчатых моллюсков Северного Каспия и Арала к изменению солености среды: Автореф. докт. дис. – М., 1953а. 20 с.

Карпевич А.Ф. Биологическое обоснование акклиматизации мизид в Аральском море и озере Балхаш // Аннот. работ, выполненных ВНИРО в 1956 г. Сб. 3. – М., 1958а. С. 45–48.

Карпевич А.Ф. Состояние кормовой базы южных морей после зарегулирования стока рек // Труды совещания ихтиологической комиссии АН СССР, 1953б. Вып. 1. С. 124–150.

- Карневич А.Ф. Выживание, размножение и дыхание мизиды *Mesomysis kowalevskyi* (*Paramysis lacustris kowalevskyi* Czern.) в водах солоноватых водоемов СССР // Зоол. журн., 1958. Т. 37. Вып. 8. С. 1121–1135.
- Карневич А.Ф. Обоснование акклиматизации водных организмов в Аральском море // Тр. ВНИРО, 1960а. Т. 43. Вып. 1. С. 76–115.
- Карневич А.Ф. Биологическое обоснование акклиматизации мизид в Аральском море и некоторых других солоноватых водоемах // Тр. ВНИРО, 1960б. Т. 43. Вып. 1. С. 198–218.
- Карневич А.Ф. Биоэкологическая характеристика моллюска *Monodacna colorata* (Eichwald) Таганрогского залива // Тр. ВНИРО, 1960в. Т. 43. Вып. 1. С. 244–256.
- Карневич А.Ф. Теория и практика акклиматизации водных организмов. – М.: Пищевая промышленность, 1975. 432 с.
- Карневич А.Ф. Тенденции изменений режима, состава биоты и биопродуктивности Аральского и Каспийского морей // Антропогенное воздействие на прибрежно-морские экосистемы. – М., 1986. С. 12–33.
- Карневич А.Ф., Бокова Е.Н. Влияние климата и биотехники на акклиматизацию мизид каспийского комплекса // Тр. ВНИРО, 1970. Т. 76. Вып. 3. С. 163–178.
- Киселева М.И. Действие Аральской и опресненной черноморской вод на *Nereis succinea* // Тр. Севастопольской биол. станции, 1960. Т. 13. С. 114–118.
- Кияшко П.В. Моллюски Каспийского моря // Определитель рыб и беспозвоночных Каспийского моря. Том 1. Рыбы и моллюски. – СПб–М.: КМК, 2013. С. 298–425.
- Комендантов А.Ю., Хлебович В.В., Н.В. Аладин Н.В. Особенности осмотической и ионной регуляции двустворчатых моллюсков в зависимости от факторов среды // Экология, 1985. № 3. С. 39–46.
- Коновалов П.М. Неудачный опыт акклиматизации кефали в Аральском море // Рыбное хозяйство, 1959. № 3. С. 20–22.
- Коновалов П.М., Маркова Е.А., Бинтинг Э.А. Акклиматизация балтийской салаки в Аральском море // Рыбное хозяйство, 1958. № 3. С. 12–16.
- Коровчинский Н.М. К вопросу о степени исследованности фауны водных микроракообразных Приаралья // Тр. Зоол. ин-та РАН, 1993. Т. 250. С. 81–103.
- Кортунова Т.А. О распространении в Аральском море акклиматизированных мизид и нерейса // Акклиматизация рыб и беспозвоночных в водоемах СССР. – М., 1968. С. 115–119.
- Кортунова Т.А. Некоторые данные по акклиматизированным морским беспозвоночным Аральского моря // Тр. ВНИРО, 1970. Т. 76. Вып. 3. С. 178–184.
- Кортунова Т.А. Об изменениях в зоопланктоне Аральского моря в 1959–1968 гг. // Зоол. журн., 1975. Т. 54. Вып. 5. С. 657–669.
- Кортунова Т. А. Изменения в зоопланктоне Аральского моря в связи с акклиматизацией рыб и беспозвоночных: Дис. ... канд. биол. наук: 03.00.18. – М., 1978. – 149 с.
- Кортунова Т.А., Бурляева А.Ф., Ярыгина Л.Н. Рачок калянипеда в Аральском море // Рыбное хозяйство, 1972. № 7. С. 32–33.
- Кортунова Т.А., Луконина Н.К. Количественная характеристика зоопланктона Аральского моря // Рыбные ресурсы водоемов Казахстана и их использование. Вып. 6. – Алма-Ата, 1970. С. 52–60.
- Крупа Е.Г. Структура зоопланктона экологически разнотипных водоемов и водотоков Казахстана: автореф. дис. на соискание ученой степени докт. биол. наук. – Алматы, 2010. 38 с.
- Курбаниязов А.К., Байназаров К.К., Избасаров Б.Ж. Результаты наблюдения гидрологического и гидробиологического состояния Аральского моря (2002–2006 гг.) // Вестник Актобинского университета Дуние, 2009. № 1(14). С. 92–96.
- Кутикова Л.А. Коловратки фауны СССР. Определители по фауне СССР, Вып. 104. – Л.: Наука, 1970. 744 с.
- Кутикова Л.А. Класс коловратки, Rotatoria // Атлас беспозвоночных Аральского моря. – М.: Пищевая промышленность, 1974. С. 56–98.
- Логвиненко Б.М., Старобогатов Я.И. Тип моллюски, Mollusca // Атлас беспозвоночных Каспийского моря. – М.: Пищевая промышленность, 1968. С. 237–257.
- Луконина Н.К. Зоопланктон Аральского моря // Тр. ВНИРО, 1960а. Т. 43. Вып. 1. С. 177–197.
- Луконина Н.К. Динамика популяции *Diaptomus salinus* Daday в Аральском море // Зоол. журн., 1960б. Т. 39. С. 167–187.

- Львович М.И., Цигельная И.Д. Управление водным балансом Аральского моря // Изв. АН СССР, сер. географ., 1978. Вып. 1. С. 42–54.
- Маев Е.Г., Маева С.А., Николаев С.Д., Парунин О.Б. Новые данные по голоценовой истории Аральского моря // Палеогеография Каспийского и Аральского морей в кайнозое. Ч. II. – М., 1983. С. 133–144.
- Майер Е.М. Сходство современной фауны фораминифер Аральского и Каспийского морей // Комплексные исследования каспийского моря. Вып. 4. – М.: МГУ, 1974а. С. 135–139.
- Майер Е.М. Новый род и вид фораминифер из Арала, Каспия и озера пещеры Каптар-Хана // Комплексные исследования каспийского моря. Вып. 4. – М.: МГУ, 1974б. С. 140–149.
- Майер Е.М. Отряд фораминиферы, Foraminiferida // Атлас беспозвоночных Аральского моря. – М.: Пищевая промышленность, 1974в. С. 12–39.
- Малиновская А.С. О биологии креветок, акклиматизированных в Аральском море. // Сб. работ по ихтиологии и гидробиологии, вып. 3. – Алма-Ата, 1961. С. 113–124.
- Мамкаев Ю.В. Класс ресничные черви, Turbellaria // Атлас беспозвоночных Аральского моря. – М.: Пищевая промышленность, 1974. С. 42–55.
- Маркова Е.Л. Результаты акклиматизационных работ, проведенных в Аральском море за период с 1963 по 1971 г. // Акклиматизация рыб и беспозвоночных в водоемах СССР: Тезисы докладов – Фрунзе: Илим, 1972. С. 56–58.
- Маркова Е.Л., Проскурина Е.С. Современное состояние запасов рыб Аральского моря и их кормовая база в условиях зарегулирования стока Сыр-Дарьи и Аму-Дарьи // Биологические основы рыбного хозяйства республик Средней Азии и Казахстана. Кн. 1. – Ашхабад, 1974. С. 17–18.
- Мейснер В.И. Микроскопические представители водной фауны Аральского моря и впадающих в него рек в связи с вопросом об условиях их распределения // Изв. Туркестан. отд. Русск. географ. общества, 1908. Т. 4. Вып. 8: С. 1–102.
- Минкевич Р. О новом виде *Codonella* в планктоне Азовского и Аральского морей // Научные результаты Аральской экспедиции, 1903. Вып. 3. С. 43–46.
- Мордохай-Болтовской Ф.Д. Каспийская фауна в Азовско-Черноморском бассейне. – М.–Л.: Изд-во АН СССР, 1960. 298 с.
- Мордохай-Болтовской Ф.Д. Современное состояние фауны Аральского моря // Гидробиол. журн., 1972. № 3. С. 14–20.
- Мордохай-Болтовской Ф.Д. Подкласс листоногие, Branchiopoda // Атлас беспозвоночных Аральского моря. – М.: Пищевая промышленность, 1974. С. 112–134.
- Мусаев А.К., Жолдасова И.М., Мирабдуллаев И.М., Темибеков Р.О. Развитие ресурсов артемии Аральского моря // Материалы Международной научной конференции «Животный мир Казахстана и сопредельных территорий», посвященной 80-летию Института зоологии Республики Казахстан. 22-23 ноября 2012 года. – Алматы, 2012. С. 144–146.
- Невесская Л.А. Позднечетвертичные двустворчатые моллюски Черного моря, их систематика и экология // Труды Палентол. ин-та АН СССР, 1965. Т. 105. 391 с.
- Никольский Г.В. Рыбы Аральского моря. – М., 1940. 215 с.
- Османов С.О. О гибели атерины в Аральском море // Вестник Каракалпакского филиала АН УзССР, 1961. Т. 3. № 5. С. 95–96.
- Остроумов А.А. О моллюсках Арала // Научные результаты Аральской экспедиции, 1907. Т. 7. С. 20–26.
- Определитель рыб и беспозвоночных Каспийского моря. Том 1. Рыбы и моллюски. – СПб–М.: Товарищество научных изданий КМК, 2013. 543 с.
- Отчет о научно-исследовательской работе. Раздел: Аральское (Малое) море, Шардаринское водохранилище и р. Сырдарья. Часть 1. – ТОО КАЗНИИРХ, Аральский филиал, 2013. 290 с.
- Панкратова В.Я. Материалы по питанию рыб Аральского моря // Труды Аральского отделения ВНИРО, 1935. Т. 4. С. 199–220.
- Плотников И.С. Зоопланктон прибрежных вод северной части Аральского моря в современных полигалинных условиях: Дисс. канд. биол. наук. – СПб, 1995. 209 с.
- Плотников И.С. Изменение видового состава фауны свободноживущих беспозвоночных (Metazoa) Аральского моря // Пятьдесят лет концепции критической солёности. Труды ЗИН РАН. Приложение №3, 2013. С. 41–54.
- Плотников И.С., Аладин Н.В., Филиппов А.А. Прошлое и настоящее фауны Аральского моря // Зоол. журн., 1991. Т. 70. № 4. С. 5–15.

Плотников И.С., Аладин Н.В. Динамика фауны свободноживущих беспозвоночных Аральского моря // Биологическое разнообразие водных беспозвоночных в континентальных водоемах. – СПб: ЗИН РАН, 2011. С. 137–156.

Проскурина Е.С. Материалы к биологии акклиматизанта *Nereis succinea* в Аральском море // Биологические основы рыбного хозяйства республик Средней Азии и Казахстана. – Душанбе, 1976. С. 145–146.

Проскурина Е.С. Состояние и перспективы распространения акклиматизантов в Аральском море // Гидробиол. журн., 1979. Т. 15. С. 37–41.

Романова Н.Н. Отряд Бокоплавы, Amphipoda // Атлас беспозвоночных Аральского моря. – М.: Пищевая промышленность, 1974. С. 202–204.

Ротарь Ю.М., Королева Н.Н. Микроводоросли и микрозоопланктон в заливе Бутакова (Аральское море) // Сборник трудов Аральской экспедиции по результатам осенних наблюдений 1991 г. (Под ред. Л.Н. Карлина, С.В. Котова) – СПб.: ЛГМИ, 1992. С. 32–42.

Рылов В.М., Гладков Н.А. Рыбохозяйственное обследование Камышлыбашских озер. // Труды Аральского отделения ВНИРО, 1934. Т. 3. С. 77–152.

Сергеева Н.Г. *Protohydra leuckarti* Greeff, 1870 (Cnidaria: Hydrozoa: Anthoathecatae: Capitata: Protohydridae) – первое обнаружение в Азовском море и у крымского побережья Черного моря // Морской экологический журнал, 2006. Т. 5. № 4. С. 72–85.

Сибирцева Л.К. Отряд Ручейники, Trichoptera // Атлас беспозвоночных Аральского моря. – М.: Пищевая промышленность, 1974. С. 224–228.

Сидоров С.А. Моллюски Арала и его ближайших окрестностей // Русск. Гидробиол. журн., 1929. Т. 8. № 1–3. С. 13–37.

Ситникова Т.Ю., Старобогатов Я.И., Анистратенко А.А. Анатомия и систематическое положение некоторых мелких Pectinibranchia (Mollusca, Gastropoda) фауны Европы // Вестник зоологии, 1992. № 6. С. 3–12.

Смуров А.О. Материалы к фауне инфузорий Tintinnina (Polymeromorpha, Oligotrichida) современного Арала (Малое море) // Тр. Зоол. ин-та РАН, 1995. Т. 262. С. 189–194.

Старобогатов Я.И. Фауна моллюсков и зоогеографическое районирование континентальных водоемов. – Л.: «Наука», 1970. 371 с.

Старобогатов Я.И. Тип моллюски, Mollusca // Атлас беспозвоночных Аральского моря. – М.: Пищевая промышленность, 1974. С. 237–257.

Старобогатов Я.И., Андреева С.И. Новые виды моллюсков семейства Pyrgulidae (Gastropoda, Pectinibranchia) из Аральского моря // Зоол. журн., 1981. Т. 60. № 1. С. 29–35.

Старобогатов Я.И., Изатуллаев З. Новые виды солоноватоводных моллюсков семейства Pyrgulidae (Prosobranchia) из Таджикистана // Зоол. журн., 1974. Т. 53. № 6. С. 993–995.

Стуге Т.С. Зоопланктон Аральского моря в условиях распреснения (Малое море, июнь 1998 г.) // Selevinia, 2000. № 1–4. – Almaty: Tethys. С. 86–94.

Стуге Т.С. 2001. О весеннем зоопланктоне северо-восточной части Малого Аральского моря // Selevinia, 2001. № 1–4. – Almaty: Tethys. С. 197–198.

Стуге Т.С. История исследования зоопланктона Аральского моря гидробиологами Казахстана. // Tethys Aqua Zoological Research, 2002. Vol. 1. – Almaty. С. 137–142.

Фаломеева А.П., Казахбаев С. Жизненный цикл рачка – *Calanipeda aquaedulcis* Kritschagin, акклиматизированного в южных заливах Аральского моря // Ин-т. зоологии АН КазССР. Алма-Атинское отд. ВГБО. Биология водоемов Казахстана, 1981. вып. 3 (Рукопись депонир. в ВИНТИ).

Филиппов А.А. Зообентос залива Бутакова Аральского моря в сентябре 1990 г. // Тр. Зоол. ин-та АН СССР, 1991. Т. 237. С. 44–49.

Филиппов А.А. Зообентос прибрежных вод острова Барсакельмес (Аральское море) в 1991 г. // Тр. Зоол. ин-та РАН, 1993. Т. 250. С. 64–71.

Филиппов А.А. Макрозообентос прибрежных вод северной части Аральского моря в современных полигалинных условиях. Автореф. канд. дис. – СПб, 1994. 24 с.

Филиппов А.А. К вопросу о солеустойчивости донных организмов Аральского моря // Тр. Зоол. ин-та РАН, 1995. Т. 262. С. 65–102.

Филиппов А.А., Петухов В.А., Комендантов А.Ю. Зообентос пролива Берга (Аральское море) в мае 1992 г. // Тр. Зоол. ин-та РАН, 1993. Т. 250. С. 72–80.

Хлебович В.В. Критическая соленость биологических процессов. – Л.: Наука, 1974. 235 с.

Хлебович В.В. Многощетинковые черви семейства Nereididae морей России и сопредельных вод. Фауна России и сопредельных стран. Многощетинковые черви. Т. III. – СПб: Наука, 1996. 224 с.

Хлебович В.В., Комендантов А.Ю. О физиологически пресноводных беспозвоночных морского происхождения // Журнал общей биологии, 1985. Т. 46, № 3. С. 331–335.

Хлебович В.В., Селеннова Т.В. Соленостная акклимация эвригалинных инфузорий *Fabrea salina* и *Condylostoma arenarium* (Ciliophora, Heterotrichida) // Зоол. журн., 1999. Т. 78, № 2. С. 142–145.

Хлебович В.В., Аладин Н.В. Фактор солёности в жизни животных // Вестник Российской академии наук, 2010. Т. 80, № 5–6. С. 527–531.

Хусаинова Н.З. К познанию зообентоса Аральского моря // Учен. зап. Казах. гос. ун-та. Т. 13, Биол. Вып. 1. – Алма-Ата, 1951. С. 114–120.

Хусаинова Н.З. Зообентос Аральского моря // Труды лаборатории озераведения АН СССР, 1954. Т. 3. С. 77–86.

Хусаинова Н.З. Биологические особенности некоторых массовых донных кормовых беспозвоночных Аральского моря. – Алма-Ата, 1958. 116 с.

Хусаинова Н.З. Култуки восточного побережья Аральского моря и их жизнь // Вестник АН Казахской ССР, 1960. № 6. С. 34–42.

Хусаинова Н.З. Обзор исследований зообентоса Аральского моря // Сб. работ по ихтиол. и гидробиол. – Алма-Ата, 1961. Вып. 3. С. 52–70.

Хусаинова Н.З. Биологические основы акклиматизации рыб и беспозвоночных в Аральском море // Акклиматизация рыб и беспозвоночных в водоемах СССР. – М., 1968. С. 100–104.

Хусаинова Н.З. Новейшие изменения биологических процессов в Аральском море // Биол. науки, 1971. Вып. 1. С. 176–190.

Цалолыхин С.Я. Переописание *Ethmolaimus multipapillatus* Paramonov, 1926 (Nematoda: Chromadorida: Ethmolaimidae) // Zoosystematica Rossica, 2011. Т. 20, № 1. С. 3–10.

Чекунова В.И. Влияние различных концентраций калия и кальция на *Pontogammarus robustoides* в связи с его акклиматизацией // Тр. ВНИРО, 1960. Т. 43. Вып. 1. С. 235–244.

Черненко И.М. Водно-солевой баланс и использование высыхающего Арала // Проблемы освоения пустынь, 1983. № 3, С. 18–25.

Шадрин Н.В. Ракообразные в гиперсоленых водоемах: специфика существования и адаптации. Актуальные проблемы изучения ракообразных континентальных вод // Сборник лекций и докладов Международной школы-конференции (Ин-т биологии внутр. вод им. И.Д. Папанина РАН, Борок, 5–9 ноября 2012 г.). – Кострома: ООО Костромской печатный дом, 2012. С. 316–318.

Шорников Е.И. Подкласс остракода или ракушковые раки – Ostracoda // Определитель фауны Черного и Азовского морей. – Киев: Наукова думка, 1969. С. 163–260.

Шорников Е.И. Остракоды Аральского моря // Зоол. журн., 1973. Т. 52. № 9. С. 1304–1314.

Шорников Е.И. Подкласс ракушковые, Ostracoda // Атлас беспозвоночных Аральского моря. – М.: Пищевая промышленность, 1974. С. 180–199.

Яблонская Е.А. Современное состояние зообентоса Аральского моря // Тр. ВНИРО, 1960а. Т. 43. Вып. 1. С. 115–149.

Яблонская Е.А. Кормовая база рыб Аральского моря и ее использование // Тр. ВНИРО, 1960б. Т. 43. Вып. 1. С. 150–176.

Яблонская Е.А. О сезонной динамике бентоса Аральского моря // Сб. работ по ихтиол. и гидробиол. – Алма-Ата, 1961. Вып. 3. С. 71–92.

Яблонская Е.А. История изучения и состав фауны беспозвоночных Аральского моря // Атлас беспозвоночных Аральского моря. – М.: Пищевая промышленность, 1974. С. 3–8.

Яблонская Е.А., Картунова Т.А., Гаврилов Г.Б. Многолетние изменения бентоса Аральского моря // Тр. ВНИРО, 1973. Т. 80. Вып. 3. С. 147–158.

Яблонская Е.А., Луконина Н.К. К вопросу о продуктивности Аральского моря // Океанология, 1962. Т. 2. Вып. 2. С. 298–304.

Янковская А.И. Отряд водяные клещи, Hydracarina // Атлас беспозвоночных Аральского моря. – М.: Пищевая промышленность, 1974. С. 214–224.

- Aladin N.V., Potts W.T.W. Changes in the Aral Sea ecosystem during the period 1960–1990 // *Hydrobiologia*, 1992. Vol. 237. P. 67–79.
- Aladin N.V., Plotnikov I.S., Potts W.T.W. The Aral Sea desiccation and possible ways of rehabilitating and conserving its Northern part // *Int. J. Environmetrics*, 1995. Vol. 6. P. 17–29.
- Aladin N.V., Filippov A.A., Plotnikov I.S., Egorov A.N., Piriulin D.D., Smurov A.O. Modern ecological state of the Small Aral Sea // *Ecological research and monitoring of the Aral Sea deltas. A basis for restoration. Book 2. UNESCO Aral Sea Project. 1997–1999 Final Scientific Report, 2000a*. P. 73–81.
- Aladin N.V., Plotnikov I.S., Zhamoida V. Palaeolimnology and palaeosalinity of the Aral Sea during the Holocene as indicated by ostracod deposits // *Verh. Internat. Verein. Limnol.*, 2000b. Vol. 27. P. 2605–2608.
- Aladin N.V., Plotnikov I.S., Filippov A.A. Invaders in the Caspian Sea // *Invasive aquatic species of Europe. Distribution, impacts and management*. – Springer, 2002. P. 351–359.
- Aladin N., Plotnikov I., Ballatore T., Micklin P. Review of Technical Interventions to Restore the Northern Aral Sea // *Japan International Cooperation Agency: Study Reports: Country and Regional Study Reports: Central Asia and Caucasus*, 2008. Vol. 4.
- Andreev N.I., Plotnikov I.S., Aladin N.V. The fauna of the Aral Sea in 1989. 2. The zooplankton. // *Int. J. Salt Lake Res.*, 1992. Vol. 1. P. 111–116.
- Aladin N.V., Plotnikov I.S. Environmental Problems of hybrid marine/lacustrine seas and lakes (Aral Sea and Baltic Sea taken as example) // *Soil stability in ecologically vulnerable regions. International Scientific Conference, June 10-12, Perloja, Lithuania, 2009*. P. 19–23.
- Arashkevich E.G., Sapozhnikov P.V., Soloviov K.A., Kudyshkin T.V., Zavalov P.O. *Artemia parthenogenetica* (Branchiopoda: Anostraca) from the Large Aral Sea: Abundance, distribution, population structure and cyst production // *Journal of Marine Systems*, 2009. Vol. 76. P. 359–366.
- Asem A., Rastegar-Pouyani N., De Los Ríos-Escalante P. The genus *Artemia* Leach, 1819 (Crustacea: Branchiopoda). I. True and false taxonomical descriptions // *Lat. Am. J. Aquat. Res.*, 2010. Vol. 38, Issue 3. P. 501–506.
- Bayly I.A.E. Salinity Tolerance and Osmotic Behavior of Animals in Athalassic Saline and Marine Hypersaline Waters // *Annual Review of Ecology and Systematics*, 1972. Vol. 3. P. 233–268.
- Boomer I., Aladin N.V., Plotnikov I.S., Whatley R. The Palaeolimnology of the Aral Sea: A Review // *Quaternary Science Reviews*, 2000. Vol. 19. P. 1259–1278.
- Borutzky E.V. Materialien zur Copepoden-Fauna des Aralsees und ihres Bassins // *Zool. Anz.*, 1927. Vol. 72, No. 11/12.
- Carrasco N.K., Perissinotto R. Development of a Halotolerant Community in the St. Lucia Estuary (South Africa) during a hypersaline Phase // *PloS ONE*, 2012. Vol. 7(1): e29927. doi: 10.1371/journal.pone.0029927.
- Croghan P.C. The survival of *Artemia salina* (L.) in various media // *J. Exp. Biol.* 1958a. Vol. 35. P. 213–218.
- Croghan P.C. The osmotic and ionic regulation of *Artemia salina* (L.) // *J. Exp. Biol.*, 1958b. Vol. 35. P. 219–233.
- De Deckker P. Ostracods of athalassic saline lakes // *Hydrobiologia*, 1981. Vol. 81, Issue 1. P. 131–144.
- Epp R.W., Winston P.W. Osmotic regulation in the brackishwater rotifer *Brachionus plicatilis* // *Journal of Experimental Biology*, 1977. Vol. 68. P. 151–156.
- Filipjev T.N. Revision der gattung *Adoncholaimus* // *Zool. Anz.*, 1927. Vol. 58. P. 108–113.
- Filippov A., Riedel F. The late Holocene mollusc fauna of the Aral Sea and its biogeographical and ecological interpretation // *Limnologica*, 2009. Vol. 39. P. 67–85.
- Foissner W., Wilbert N. Morphologie, Infraciliatur und Ökologie der limnischen Tintinnina: *Tintinnidium fluviatile* Stein, *Tintinnidium pusillum* Entz, *Tintinnopsis cylindrata* Daday und *Codonella cratera* (Leidy) (Ciliophora, Polyhymenophora) // *Journal of Eukaryotic Microbiology*, 1979. Vol. 26, Issue 1. P. 90–103.
- Generlich O., Giere O. Osmoregulation in two aquatic oligochaetes from habitats with different salinity and comparison to other annelids // *Hydrobiologia*, 1996. Vol. 334, Issue 1. P. 251–261.
- Hamaidi F., Defaye D., Semroud R. Copepoda of Algerian fresh waters: checklist, new records, and comments on their biodiversity. *Crustaceana*, 2010. Vol. 83, Issue 1. P. 101–126.
- Hammer U.T. *Saline Lake Ecosystems of the World*, 1986. Volume 59. – Dr. W. Junk Publishers, Dordrecht. 375 pp.

- Hodda M.* Nematodes in Lotic Systems // *Freshwater Nematodes. Ecology and Taxonomy*, 2006. P. 163–178.
- Jensen P.* Revision of Ethmolaiminae Filipjev & Stekhoven, 1941 (Nematoda, Chromadorida), with descriptions of one new genus and three new species // *Hydrobiologia*, 1994. Vol. 286, Issue 1. P. 1–15.
- Karimov B.K., Matthies M., Kamilov B.G.* Unconventional Water Resources of Agricultural Origin and Their Re-utilization Potential for Development of Desert Land Aquaculture in the Aral Sea Basin // *The Global Water System in the Anthropocene*. – Springer, 2014. P. 143–159.
- Kiaer H.* Notiz über die Foraminiferendes Aralsees // *Научные результаты Аральской экспедиции*, 1907. Вып. 7. С. 27–29.
- Lockwood A.P.M.* The osmoregulation of Crustacea // *Biological Reviews*, 1962. Vol. 37, Issue 2. P. 257–303.
- Löffler H.* Beiträge zur Kenntnis der Iranischen Binnengewässer. II. Regional limnologische Studien mit besonderer Berücksichtigung der Crustaceenfauna // *Int. Rev. Ges. Hydrobiol. Hydrogr.*, 1961. Vol. 46. P. 309–407.
- Marden B., Van Stappen G., Musaev A., Mirabdullayev I., Joldasova I., Sorgeloos P.* Assessment of the production potential of an emerging *Artemia* population in the Uzbek territory of the Aral Sea // *J. Marine Systems*, 2012. Vol. 92. P. 42–52.
- Micklin P.* The water Management Crisis in Soviet Central Asia // *The Carl Beck Papers in Russian and East European Studies*, 1991. No. 905. 120p.
- Micklin P.* Efforts to Revive the Aral Sea // *The Aral Sea. The Devastation and Partial Rehabilitation of a Great Lake*. – Springer, 2014. P. 361–380.
- Mirabdullayev I.M., Joldasova I.M., Mustafaeva Z.A., Kazakhbaev S., Lyubimova S.A., Tashmukhamedov B.A.* Succession of the ecosystems of the Aral Sea during its transition from oligohaline to polyhaline water body // *Journal of Marine Systems*, 2004. Vol. 47. No. 1. P. 101–107.
- Mirabdullayev I., Abdullaeva L., Musaev A., Zholdasova I., Mustafaeva Z., Jumaniezova N.* Sharp fluctuations in ecosystem parameters of the East Big Aral // *Geophysical Research Abstracts*, 2007. Vol. 9. 772 p.
- Miracle M.R., Serra M.* Salinity and temperature influence in rotifer life history characteristics // *Rotifer Symposium V. Proceedings of the Fifth Rotifer Symposium, held in Gargnano, Italy, September 11–18, 1988. Developments in Hydrobiology*, 1989. Vol. 52. P. 81–102.
- Mokievsky V.O.* Quantitative distribution of the meiobenthos in the Large Aral Sea in 2003 and 2004 // *Journal of Marine Systems*, 2009. Vol. 76. P. 336–342.
- Mokievsky V.O., Miljutina M.A.* Nematodes in meiofauna of the Large Aral Sea during the desiccation phase: taxonomic composition and redescription of common species // *Russian Journal of Nematology*, 2011. Vol. 19. No. 1. P. 31–43.
- Neumann D.* Osmotische Resistenz und Osmoregulation aquatischer Chironomidenlarven // *Biol. Zbl.*, 1961. Vol. 80. P. 693–715.
- Oglesby L.C.* Studies on the salt and water balance of *Nereis diversicolor* – I. Steady-state parameters // *Comp. Biochem. Physiol.*, 1970. Vol. 36. P. 449–66.
- Oren A., Plotnikov I.S., Sokolov S., Aladin N.V.* The Aral Sea and the Dead Sea: Disparate lakes with similar histories // *Lakes & Reservoirs: Research and Management*, 2010. Vol. 15. P. 223–236.
- Orlova M.I., Aladin N.V., Filippov A.A., Plotnikov I.S., Smurov A.O., Rusakova O.M., Zhakova L.V., Piriulin D.D.* Living associations of the Northern part of the Aral Sea in 1993–1995. // *Ecological Research and Monitoring of the Aral Sea. A Basis for Restoration. UNESCO Aral Sea Project 1992–1995 Final Scientific Report*, 1998. P. 95–148.
- Ostenfeld C.H.* The phytoplankton of the Aral Sea and its affluents, with enumeration of the algae observed // *Научн. результаты Аральской экспедиции*, 1908. Вып. 8. С. 123–225.
- Plotnikov I.S., Aladin N.V.* An overview of hybrid marine and lacustrine seas and saline lakes of the world // *Lakes & Reservoirs: Research and Management*, 2011. Vol. 16. P. 97–108.
- Remane A., Schlieper C.* Biology of brackish water // *Die Binnengewässer*, 1971. Vol. 25. P. 1–327.
- Shadrin N.V., Anufrieva E.V.* Dependence of *Arctodiaptomus salinus* (Calanoida, Copepoda) halotolerance on exoosmolytes: new data and a hypothesis // *Journal of Mediterranean Ecology*, 2013. Vol. 12. P. 21–26.
- Segers H.* Annotated checklist of the rotifers (Phylum Rotifera), with notes on nomenclature, taxonomy and distribution // *Zootaxa*, 2007. Vol. 1564. 104 pp.

Smith R.I. Chloride Regulation at Low Salinities by *Nereis diversicolor* (Annelida, Polychaeta) I. Uptake and Exchanges of Chloride // Journal of Experimental Biology, 1970. Vol. 53. P. 75–92.

Stuge T.S., Saduakasova P.E. The changes of zooplankton in east part of the Small Aral Sea after building of the dam across Berg strait // Труды Института зоологии, 2005. Т. 49. – Алматы. С. 145–151.

Stuge T.S., Troshina T.T., Sokolov S.B. The latest information on the Aral Sea zooplankton // Sustainable use of natural resources of Central Asia. Environmental problems of the Aral Sea and surrounding areas. Proceeding of Intern. Scientific Conference. 1998. – Almaty. P. 125–127.

Toman M.J., Plotnikov I., Aladin N., Micklin P., Ermakhanov Z. Biodiversity, the present ecological state of the Aral Sea and its impact on future development // Acta Biologica Slovenica, 2015. Vol. 58, No. 1. P. 45–59.

Walker K.F. A synopsis of ecological information on the saline lake rotifer *Brachionus plicatilis* Müller 1786 // Hydrobiologia, 1981. Vol. 81. P. 159–167.

Williams W.D.W., Aladin N.V. The Aral Sea: Recent limnological changes in their conservation significance // Aquatic conservation: marine and freshwater ecosystems, 1991. Vol. 1. P. 3–23.

Xu S., Hebert P.D.N., Kotov A.A., Cristescu M.E. The noncosmopolitanism paradigm of freshwater zooplankton: insights from the global phylogeography of the predatory cladoceran *Polyphemus pediculus* (Linnaeus, 1761) (Crustacea, Onychopoda) // Molecular Ecology, 2009. Vol. 18. P. 5161–5179.

Zavialov P.O., Ni A.A., Kudyshkin T.V., Kurbaniyazov A.K., Dikarev S.N. Five years of field hydrographic research in the Large Aral Sea (2002–2006) // Journal of Marine Systems, 2009. Vol. 76. P. 263–271.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие	5
Введение	7
Глава 1. История изучения Аральского моря	9
1.1. Знания об Аральском море до экспедиции Бутакова	9
1.2. Экспедиция А.И. Бутакова	10
1.3. От экспедиции А.И. Бутакова и до исследований Л.С. Берга	10
1.4. Экспедиция Л.С. Берга	11
1.5. Исследования после Л.С. Берга и до А.Л. Бенинга	12
1.6. Исследования под руководством А.Л. Бенинга	13
1.7. Современный период	13
Глава 2. География и гидрология Аральского моря	16
2.1. География Арала	16
2.2. Гидрология	18
2.2.1. Температурный режим	18
2.2.2. Циркуляция вод	18
2.2.3. Прозрачность	19
2.2.4. Газовый режим	19
2.2.5. Биогенные элементы	19
2.2.6. Грунты	20
2.2.7. Водный баланс	20
2.2.8. Уровень до начала регрессии	22
2.2.9. Соленость до начала регрессии	22
2.2.10. Солевой баланс	23
2.2.11. Уровень с начала регрессии и до разделения моря	24
2.2.11. Рост солености	25
2.3. Разделение моря	25
2.3.1. Кокаральская плотина	26
2.3.2. Малый Арал	28
2.3.3. Большой Арал	30
Глава 3. Свободноживущие беспозвоночные Аральского моря и теория осморегуляции водных животных	32
Глава 4. Аборигенная фауна свободноживущих беспозвоночных Аральского моря	39
4.1. Состав фауны	40
4.2. Виды в составе аборигенной фауны Арала	41
4.2.1. Простейшие (Protozoa)	41
4.2.1.1. Солнечники (Heliozoa)	41
4.2.1.2. Раковинные корненожки (Tubulinea)	41
4.2.1.3. Фораминиферы (Foraminifera)	41
4.2.1.4. Инфузории (Ciliophora)	44
4.2.2. Стрекающие (Cnidaria)	46
4.2.3. Ресничные черви (Acoelomorpha и Platyhelminthes)	47
4.2.4. Немертины (Nemertea)	50
4.2.5. Круглые черви (Nematoda)	50
4.2.6. Гастротрихи (Gastrotricha)	53
4.2.7. Коловратки (Rotatoria)	53
4.2.8. Кольчатые черви (Annelida)	67
4.2.9. Ракообразные (Crustacea)	69
4.2.9.1. Ветвистоусые ракообразные (Cladocera)	69
4.2.9.2. Веслоногие ракообразные (Copepoda)	80
4.2.9.3. Ракушковые ракообразные (Ostracoda)	88

4.2.9.3. Высшие ракообразные (Malacostraca)	93
4.2.10. Водяные клещи (Hydracarina)	94
4.2.11. Личинки насекомых (Insecta)	95
4.2.12. Моллюски (Mollusca)	100
Глава 5. Вселение человеком новых видов в Аральское море	107
5.1. Первые попытки	108
5.2. Обоснование интродукции беспозвоночных в Аральское море	108
5.3. Последствия интродукции рыб	110
5.4. Интродукция беспозвоночных	113
5.4.1. Креветка	113
5.4.2. Мизиды	115
5.4.3. Нереис	118
5.4.4. Двустворчатые моллюски	120
5.4.5. Планктонные ракообразные	121
5.4.6. Краб	123
5.4.7. Последние попытки интродукции беспозвоночных	124
Глава 6. Изменения в фауне свободноживущих беспозвоночных Аральского моря, связанные с изменением его солености	126
6.1. Начальный период осолонения	127
6.2. Первый кризис	130
6.3. Второй кризис	135
6.4. Вторая стабилизация	136
6.5. Снижение солености Малого Арала	137
6.6. Третий кризис	137
6.7. Виды, самостоятельно вселившиеся в Арал при его осолонении	140
Глава 7. Изменение фауны свободноживущих беспозвоночных голоценового Арала по данным палеоолимонологического анализа фоссилизированных остатков	145
Глава 8. Будущее фауны свободноживущих беспозвоночных остаточных водоемов Аральского моря	148
8.1. Малое Аральское море	148
8.2. Остаточные водоемы Большого Аральского моря	150
Заключение	152
Список литературы	154

Игорь Светозарович Плотников

**МНОГОЛЕТНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ ФАУНЫ
СВОБОДНОЖИВУЩИХ ВОДНЫХ БЕСПОЗВОНОЧНЫХ
АРАЛЬСКОГО МОРЯ**

Утверждено к печати
редакционно-издательским советом
Зоологического института РАН

Редактор *Т.А. Асанович*
Компьютерная верстка – *И.С. Плотников*

Подписано в печать 29.02.2016. Формат 60 x 84 _{1/8}

Усл. печ. л. 19.53. Тираж 150 экз.

Зоологический институт РАН, 199034, СПб., Университетская набережная, 1